

Absolvování individuální odborné praxe

Individual Professional Practice in the Company

Martin Wilk

Bakalářská práce

Vedoucí práce: doc. Ing. Tomáš Novák, Ph.D.

Ostrava 2021

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval doc. Ing. Tomáši Novákovi, Ph.D. za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování této bakalářské práce. Dále bych také rád poděkoval mému firemnímu konzultantovi Ing. Petru Šebestovi za veškeré obdržené rady a vědomosti, které mi během průběhu bakalářské praxe byl vždy ochoten poskytnout.

ABSTRAKT

V této praktické bakalářské práci se věnuji především rozboru a řešení zadaných úkolů na projektech a dalších technický podkladech, které slouží pro tvorbu cenových nabídek či realizaci vybraných rekonstrukcí veřejného osvětlení. V práci se rovněž věnuji konkrétním problémům, které při odborné praxi vznikly a úkolům, které mi zadal firemní konzultant. Mým cílem bylo tyto problémy analyzovat a vymyslet možnosti, jak je efektivněji v rámci firemní politiky řešit. Výstupem práce jsou především nové šablony pro usnadnění vytváření nových projektových dokumentací a dalších technický podkladů, které mají potenciál k dalšímu využití v následujících projektech společnosti. V závěru práce jsou shrnuty získané a zužitkované znalosti za dobu dosavadního studia na vysoké škole, včetně těch, které mi při plnění zadaných úkolů scházely.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Rekonstrukce veřejného osvětlení, pasport veřejného osvětlení, světelně technické výpočty, měření veřejného osvětlení, odborná praxe

SUMMARY

In this practical bachelor's thesis, I mainly focus on the analysis and solution of assigned tasks on projects and other technical documents, which are used to create price offers or the realization of selected reconstructions of public lighting. In my work I also deal with specific problems that occurred during professional practice and tasks assigned to me by a company consultant. My goal was to analyze these problems and come up with ways to solve them more effectively within the company policy. The output of the work is mainly new templates to facilitate the creation of new project documentation and other technical documents that have the potential for further use in subsequent projects of the company. At the end of the thesis is summarized the acquired and utilized knowledge for the period of previous studies at the university, including those that I lacked when performing the assigned tasks.

KEY WORDS:

Reconstruction of public lighting, public lighting passport, public lighting calculations, public lighting measurements, professional practice

OBSAH

1	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	7
2	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ	8
3	SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK.....	9
4	ÚVOD.....	10
5	POPIS ODBORNÉHO ZAMĚŘENÍ FIRMY.....	11
6	PRACOVNÍ POZICE STUDENTA VE FIRMĚ	12
7	ZADANÉ ÚKOLY V PRŮBĚHU PRAXE	13
7.1	Tvorba podkladů pro návrh nového veřejného osvětlení	13
7.2	Verifikace podkladů pro návrh veřejného osvětlení	13
7.3	Návrh nového veřejného osvětlení	13
7.4	Kontrolní měření VO.....	13
8	ZVOLENÝ POSTUP A ŘEŠENÍ ZADANÝCH ÚKOLŮ	14
8.1	Tvorba podkladů pro návrh nového veřejného osvětlení	14
8.1.1	Razítko	18
8.1.2	Výsledky zadaných úkolů během trvání praxe.....	21
8.1.3	Problémy při vypracovávání úkolu a jejich řešení.....	22
8.2	Verifikace podkladů pro návrh veřejného osvětlení	28
8.3	Návrh nového veřejného osvětlení	31
8.3.1	Zatřídění komunikací.....	31
8.3.2	Požadavky na osvětlení	35
8.3.3	Zadání demonstrativního úkolu	37
8.3.4	Řešení pomocí programu RELUX.....	38
8.3.5	Řešení pomocí programu DIALux EVO	43
8.3.6	Srovnání výsledků.....	46
8.3.7	Výsledky zadaných úkolů během trvání praxe	46
8.4	Kontrolní měření VO.....	47
8.4.1	Podmínky pro měření.....	47
8.4.2	Fotometrická měření.....	48
8.4.3	Nefotometrická měření.....	48
8.4.4	Rozmístění měřících bodů	48
8.4.5	Přisvětlování přechodů pro chodce	50
8.4.6	Požadavky na přisvětlení.....	50
8.4.7	Umístění měřících bodů pro přisvětlení.....	51
8.4.8	Kontrolní měření ve městě Hlučín.....	51

8.4.9	Měření v Petřvaldu a průmyslové hale v Bohumíně	61
9	UPLATNĚNÉ ZNALOSTI.....	62
10	SCHÁZEJÍCÍ ZNALOSTI	63
11	ZÁVĚR	64
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	65
	PŘÍLOHY	66

1 SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ČOV	– Čistička odpadních vod
ČÚZK	– Český úřad zeměměřický a katastrální
LDT	– Elumdat
LED	– Light emitting diode
PDF	– Portable Document Format
STV	– Světelně technické výpočty
VO	– Veřejné osvětlení

2 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Importované katastrální území do výkresu	14
Obrázek 2: Vložený snímek katastrálního území (neupravený)	15
Obrázek 3: Katastrální území podložené leteckým snímkem	16
Obrázek 4: Příklad světelného bodu v „Panorama“ módu.....	17
Obrázek 5: Tvorba razítka – příprava	18
Obrázek 6: Tvorba razítka – definice atributu.....	19
Obrázek 7: Tvorba razítka – vložené atributy.....	19
Obrázek 8: Tvorba razítka – vkládání do výkresu.....	20
Obrázek 9: Tvorba razítka – výsledek.....	20
Obrázek 10: Příklad použití příkazu TCOUNT – před.....	22
Obrázek 11: Příklad použití příkazu TCOUNT – vyvolání příkazu	23
Obrázek 12: Příklad použití příkazu TCOUNT – výsledek	24
Obrázek 13: Výsledná funkce pro úpravu rozměrů mnoha objektů	26
Obrázek 14: Načtení LISP souboru do výkresu.....	27
Obrázek 15: Určení typu napájecího vedení při verifikaci	28
Obrázek 16: Příklad propojovacích svorek (1. pro vedení AES, 2. pro vedení AlFe) (3)	29
Obrázek 17: Příklad fotodokumentace rozvaděče	30
Obrázek 18: RELUX – parametry vozovky	38
Obrázek 19: RELUX – výběr třídy osvětlení	39
Obrázek 20: RELUX – úprava řady svítidel.....	40
Obrázek 21: RELUX – model řešeného úseku.....	40
Obrázek 22: RELUX – výsledky se zvoleným svítidlem o příkonu 19,8 W	41
Obrázek 23: RELUX – výsledky se zvoleným svítidlem o příkonu 50 W	42
Obrázek 24: DIALux – parametry vozovky a řady svítidel	43
Obrázek 25: DIALux – výsledky s oběma typy svítidel.....	44
Obrázek 26: DIALux – model řešeného úseku.....	45
Obrázek 27: Poloha kontrolních bodů pro měření intenzity osvětlení (9).....	49
Obrázek 28: Měřicí body přechodu pro chodce (11)	51
Obrázek 29: Zobrazení prvního úseku měření – ulice Celní.....	53
Obrázek 30: Rozmístění měřících bodů dle ČSN EN 13201-3,4 pro ulici Celní.....	54
Obrázek 31: Výpočet kritérií z naměřených hodnot pro ul. Celní v MS Excel	55
Obrázek 32: Fotografie prvního měřeného úseku – ul. Celní.....	56
Obrázek 33: Zobrazení jedenáctého měřícího úseku – přechod na ul. ČSA.....	57
Obrázek 34: Rozmístění měřících bodů dle ČSN P 36 0455 pro přechod na ul. ČSA (11)	57
Obrázek 35: Fotografie jedenáctého měřeného úseku – přechod na ulici ČSA.....	59
Obrázek 36: Zobrazení třináctého měřícího úseku – křižovatka	59
Obrázek 37: Fotografie třináctého měřeného úseku – křižovatka.....	60

3 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1: Parametry pro výběr třídy osvětlení M (6)	32
Tabulka 2: Parametry pro výběr třídy osvětlení C (6)	33
Tabulka 3: Parametry pro výběr třídy osvětlení P (6).....	34
Tabulka 4: Požadavky na třídy osvětlení M (7).....	35
Tabulka 5: Požadavky na třídy osvětlení C (7)	36
Tabulka 6: Požadavky na třídy osvětlení P (7)	36
Tabulka 7: Srovnání výsledků se svítidlem o příkonu 19,8 W	46
Tabulka 8: Srovnání výsledků se svítidlem o příkonu 50 W	46
Tabulka 9: Udržovaná průměrná svislá osvětlenost pro přisvětlení přechodů (11)	50
Tabulka 10: Vyhodnocení komunikace ul. Celní.....	56
Tabulka 11: Požadavky na přisvětlení přechodu na ul. ČSA (11).....	58
Tabulka 12: Vyhodnocené parametry přisvětlení přechodu na ul. ČSA.....	58
Tabulka 13: Vyhodnocení křižovatky.....	60

4 ÚVOD

Cílem této závěrečné práce je přiblížit mnou absolvovanou odbornou praxi ve společnosti ČEZ Energetické služby, s.r.o. a také seznámit čtenáře s dosaženými výsledky mé práce.

Jak jsem již zmínil výše, svou odbornou stáž jsem vykonával ve společnosti ČEZ Energetické služby, s.r.o., která se zaměřuje na komplexní zajištění služeb v oblasti energetického hospodářství, dodávky plynů, demineralizované vody, pitné a odpadní vody, provozování ČOV a veřejného osvětlení. Společnost ČEZ Energetické služby, s.r.o. jsem si vybral z důvodu jejího úzkého spojení s českou jedničkou na trhu v oblasti výroby elektrické energie, společností ČEZ, a. s. V rámci praxe jsem byl součástí týmu specialistů osvětlení, kteří se zabývají problematikou spojenou s veřejným osvětlením.

Konkrétně obor světelné techniky jsem si vybral hned z několika důvodů. Kromě toho, že se mi náplň oboru líbí, tak v něm spatřuji velkou dynamiku rozvoje, kdy dochází k neustálému vývoji lepších parametrů svítidel, měřicí techniky, chytrého veřejného osvětlení v rámci regulace intenzity osvětlení, softwarů pro správu veřejného osvětlení a mnoho dalšího. V České republice je aktuálně většina osvětlovacích soustav za svou dobou životnosti, a proto je nutno tyto soustavy rekonstruovat. Společnost ČEZ Energetické služby, s.r.o. se ve spolupráci se svými partnery aktivně podílí právě na rozvoji chytrého veřejného osvětlení, což zahrnuje například stmívání na základě intenzity dopravy, nebo pomocí soumrakového čidla.

Během konání praxe jsem měl tu možnost se podílet na projektech rekonstrukce veřejného osvětlení, a to již od počátku tvorby podkladů po samotné kontrolní měření již nově instalované osvětlovací soustavy. První kapitola této práce se věnuje samotné společnosti ČEZ Energetické služby, s.r.o., kde je stručně popsáno její odborné zaměření. Následující kapitoly se věnují samotným úkolům zadaným během konání odborné praxe, včetně jejich podrobného postupu řešení. V závěru práce je zmíněn výčet využitých teoretických a praktických znalostí a dovedností, nabytých za dobu mého dosavadního studia na vysoké škole, a také těch, které mi pro plnění zadaných úkolů scházely.

Hlavním důvodem volby odborné stáže byla možnost získat cenné zkušenosti z praxe, naučit se pracovat v týmu odborníků a zkusit zužitkovat doposud nabyté teoretické a praktické znalosti, které jsem získal díky studiu na vysoké škole.

5 POPIS ODBORNÉHO ZAMĚŘENÍ FIRMY

Tato firma byla založena v roce 2007 pod názvem ČEZ Energetické služby, s.r.o. společností ČEZ, a. s., jako dceřiná společnost. Od roku 2015 se společnost ČEZ Energetické služby, s.r.o. stala součástí skupiny ČEZ ESCO. Zaměřuje se na komplexní zajištění služeb v oblasti energetického hospodářství, dodávky plynů, demineralizované vody, pitné a odpadní vody, provozování ČOV a veřejného osvětlení. Konkrétně:

- Výroba a dodávky energií
- Energetické stavby
- Elektromontáže
- Provozování energetických hospodářství a zdrojů
- Strojní a elektro údržba
- Rekonstrukce osvětlovacích soustav a jejich provozování
- Služby energetického dispečinku
- Posudky, analýzy, energetické audity, revize
- Měření, regulace, služby vodohospodářské laboratoře

Filozofie společnosti ČEZ Energetické služby, s.r.o. je být pro zákazníky stabilním poskytovatelem služeb s cílem snižovat energetickou náročnost. Být hlavním dodavatelem energetických úspor a provozovatelem energetických hospodářství za Skupinu ČEZ s cílem dosahovat jejich efektivního a hospodárního provozu. Aplikovat nejnovější a nejvhodnější technická řešení vedoucí ke snížení energetické náročnosti i na straně spotřeb všech druhů energií.

Mezi významné zákazníky patří společnosti jako např. VÍTKOVICE STEEL, a. s., VÍTKOVICE, a.s., TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s., ŠKODA VAGONKA a.s. a dále také desítky měst a obcí České republiky. (1)

6 PRACOVNÍ POZICE STUDENTA VE FIRMĚ

V rámci absolvování odborné praxe jsem byl zařazen do týmu specialistů osvětlení, kteří řeší problematiku rekonstrukce osvětlovacích soustav a jejich provozování. Nejprve jsem byl řádně proškolen a následně seznámen s náplní mé práce, kterou jsem se zabýval po celou dobu praxe. Bylo mi přiděleno místo v kanceláři spolu s pracovním notebookem s veškerým potřebným softwarem. Podílel jsem se na projektech rekonstrukce veřejného osvětlení, a to již od návrhu, až po samotnou realizaci. Také jsem měl možnost se zúčastnit měření veřejného osvětlení a následně vypracovat výstupní protokol o měření.

7 ZADANÉ ÚKOLY V PRŮBĚHU PRAXE

Zadávané úkoly se týkali rekonstrukce veřejného osvětlení od samotného návrhu až po realizaci a následné kontrolní měření. Díky tomu jsem se naučil, jak taková rekonstrukce probíhá od začátku až do konce. Veškeré požadavky na splnění úkolů mi byly řádně vysvětleny při jejich zadání. Jakékoliv dotazy a nesrovnalosti jsem směřoval na mého konzultanta Ing. Petra Šebestu, včetně finální kontroly úkolů.

7.1 Tvorba podkladů pro návrh nového veřejného osvětlení

Při návrhu nového veřejného osvětlení je potřeba vycházet z pasportu veřejného osvětlení dané obce, včetně situačního rozmístění všech řešených světelných bodů. V ideálním případě tyto informace poskytne samotná obec. Většinou se však stává, že podklady jsou buďto nekompletní a zastaralé, nebo vůbec nejsou obcí poskytnuty. V tomto případě je potřeba co nejrychleji a nejpresněji z dostupných zdrojů vytvořit aktuální pasport svítidel, včetně jejich rozmístění. Mým úkolem tedy bylo vytvořit podklady pro analýzu a návrh nového veřejného osvětlení pro několik obcí.

7.2 Verifikace podkladů pro návrh veřejného osvětlení

Po samotné tvorbě podkladů následuje verifikace údajů v terénu a případné doplnění dle skutečného stavu. Během konání odborné praxe jsem dostal za úkol provést verifikaci v několika obcích na základě mnou vytvořených podkladů.

7.3 Návrh nového veřejného osvětlení

Po provedené verifikaci a případné úpravě pasportu veřejného osvětlení a situačního výkresu již bylo možné přejít k samotnému návrhu nového veřejného osvětlení. To zahrnuje tvorbu světelně technických výpočtů (STV) a s tím i výběr nových LED svítidel dle patřičných norem. Za použití dvou vybraných softwarů pro návrh osvětlení jsem měl za úkol vytvořit několik světelně technických výpočtů na základě zadaných parametrů.

7.4 Kontrolní měření veřejného osvětlení

Jakmile dojde k osazení rekonstruované soustavy veřejného osvětlení novými LED svítidly, je třeba provést kontrolu nového stavu pomocí měření. Měl jsem tu možnost se zúčastnit měření veřejného osvětlení ve dvou okolních městech a také jednoho měření vnitřního osvětlení v průmyslové hale. Výstupem provedených měření jsou vypracované protokoly o měření.

8 ZVOLENÝ POSTUP A ŘEŠENÍ ZADANÝCH ÚKOLŮ

8.1 Tvorba podkladů pro návrh nového veřejného osvětlení

V tomto úkolu jsem měl za úkol vypracovat pasport veřejného osvětlení pro dané obce, včetně rozmístění světelných bodů. Pro samotnou tvorbu podkladů jsem používal program AutoCAD a tabulkový procesor Microsoft Excel. Jak již bylo zmíněno výše, ve většině případů byly podklady pro návrh nového osvětlení nevyhovující. Z pravidla nastávaly tyto tři situace:

- a) Nebyla poskytnuta žádná data pasportu
- b) Byl poskytnut **zastaralý** pasport veřejného osvětlení včetně rozmístění světelných bodů ve formátu DGN/DWG/PDF
- c) Byl poskytnut **aktuální** pasport veřejného osvětlení včetně rozmístění světelných bodů ve formátu DGN/DWG/PDF

Ve všech z těchto případů jsem úkol začínal stejně. Nejprve jsem si otevřel program AutoCAD a vytvořil nový prázdný výkres. Z webových stránek Geoportálu ČÚZK (Český úřad zeměměřický a katastrální) jsem si stáhl katastrální mapy ve formátu DGN pro všechna řešená území. V nově vytvořeném výkresu jsem přes příkaz „DGNIMPORT“ importoval veškerá katastrální území. Následně jsem vypnul všechny nepotřebné hladiny a u zbylých hladin jsem pro lepší přehlednost změnil barvu na šedou (viz Obrázek 1).



Obrázek 1: Importované katastrální území do výkresu

Pro lepší orientaci je vhodné podložit vloženou katastrální mapu korespondujícími leteckými snímky. Ty jsem získal z Elektronického katastru nemovitostí (ikatastr.cz) pomocí nástroje „Výstřižky“ a následně vložil do nově vytvořené hladiny ve výkresu, jak lze vidět na Obrázku 2.



Obrázek 2: Vložený snímek katastrálního území (neupravený)

Vložený letecký snímek jsem přenesl pod importované katastrální území, aby ho nepřekrýval. Následně jsem snímek posunul a pomocí příkazů „Měřítka“ a „Otočit“ upravil tak, aby přesně korespondoval s již dříve importovaným katastrálním územím (viz Obrázek 3) Tento postup jsem opakoval, dokud řešené území nebylo zcela podloženo leteckými snímky.



Obrázek 3: Katastrální území podložené leteckým snímkem

Kromě výkresu jsem si také připravil tabulku v programu Microsoft Excel se všemi důležitými parametry pro konkrétní světelný bod, které budu postupně doplňovat. Jedná se o tyto údaje:

- číslo světelného bodu, číslo rozvaděče, zařazení komunikace, typ podpěrného bodu, výška podpěrného bodu, výška světelného bodu, vzdálenost stožáru od komunikace, délka výložníku, přírodní vedení, typ stávajícího svítidla, jmenovitý příkon svítidla

Další postup práce se lišil právě na základě poskytnutých podkladů obcí a to následovně:

a) Nebyla poskytnuta žádná data pasportu – Toto je nejnepríznivější případ, jelikož vyžaduje nejvíce práce a může být poměrně nepřesný. Nepřesný proto, jelikož rozmístění svítidel v dané obci jsem v tomto případě nucen zjistit pouze pomocí dostupných mapových aplikací „mapy.cz“ a „Google Maps“, jejichž informace jsou mnohdy několik let zastaralé. Proto je vždy nutné provést následnou verifikaci takhle vytvořených podkladů přímo v terénu.

Pro co nejpresnější získání informací jsem používal možnost procházení obce pomocí módu „Panorama“ v mapové aplikaci „mapy.cz“, jelikož má většinou aktuálnější data než mapy od společnosti Google. Projížděl jsem každou ulici v dané obci a značil si pozice světelných bodů do výkresu. Během toho jsem se také snažil vyčíst a odhadnout co nejvíce informací o světelném bodě a zapisovat je do již připravené tabulky.



Obrázek 4: Příklad světelného bodu v „Panorama“ módu

Na Obrázku 4 lze názorně předvést vyčtení informací o světelném bodě v „Panorama“ módu. Vlevo červená šipka ukazuje polohu daného svítidla, kterou jsem následně lehce schopen dohledat a vyznačit ve výkresu právě díky podložení katastrálního území leteckou mapou. Naklonění stožáru je způsobeno změnou přiblížení fotografie, což způsobí její deformaci. Výšku svítidla a stožáru lze odhadnout na cca 7-8 metrů, a to buď již ze zkušenosti, nebo srovnáním s budovami nebo objekty (např. dveře, dopravní značky, atd...) v blízkosti světelného bodu. Tak stejně lze odhadnout vzdálenost stožáru od komunikace, která činí cca 2 m. Stožár je očividně z betonu, na němž je připevněn třmenový výložník o délce cca 30 cm, který je osazen svítidlem neznámého typu (Je dobré se pokusit zjistit od dané obce alespoň příkony stávajících svítidel. Bohužel v tomto konkrétním případě se to nezdařilo). Přívodní vedení je řešeno pomocí AIFe lan.

Veškeré tyto zjištěné informace zaznamenám do výkresu a tabulkového pasportu a pokračuji dále dokud tímto způsobem nepokryji celou obec.

b) Byl poskytnut zastaralý pasport veřejného osvětlení včetně rozmístění světelných bodů ve formátu DGN/DWG/PDF – V tomto případě je tvorba podkladů poměrně ulehčena. V případě podkladů ve formátu DGN/DWG stačí zkopírovat pozice světelných bodů do mnou již připraveného výkresu dle nějakého referenčního bodu. V případě formátu PDF je to trochu pracnější, kdy musím veškeré světelné body vložit postupně do výkresu. Tak stejně to udělám s poskytnutým pasportem, který bývá v drtivé většině také v tabulkovém procesoru Microsoft Excel, a tedy lze jednotlivé buňky jednoduše překopírovat do mnou již připraveného pasportu.

Jelikož jsou podklady zastaralé (tzn. jejich datum tvorby je 2 a více let zpět) a nemusí vždy obsahovat všechny námi potřebné informace, je na místě ještě poskytnuté informace zkontrolovat a popřípadě doplnit přes již výše zmiňovaný „Panorama“ mód. Případné nesrovnalosti se později vyřeší podrobnou verifikací v terénu.

c) Byl poskytnut aktuální pasport veřejného osvětlení včetně rozmístění světelných bodů ve formátu DGN/DWG/PDF – Toto jsou podklady, které si obec nechá vytvořit těsně před samotnou poptávkou o rekonstrukci veřejného osvětlení. Takhle aktuální data lze brát jako věrohodná a je možné na základě těchto informací provést přímo návrh nového veřejného osvětlení.

Poskytnuté data stačí opět překopírovat do mnou vytvořeného výkresu a pasportu. Kdyby náhodou některé potřebné informace chyběly, je opět třeba provést verifikaci a doplnit chybějící údaje.

8.1.1 Razítko


Aby bylo možné takto zpracované podklady prezentovat, je důležité výkres doplnit o razítko s důležitými informacemi. Pro zefektivnění práce jsem se rozhodl vytvořit automatizované razítko v bloku, které po vložení do výkresu automaticky žádá o doplnění údajů do popisových polí. Začal jsem tím, že jsem si v novém výkresu razítko připravil viz Obrázek 5.

Projekt				Číslo projektu	
Stupeň projektu					
Místo stavby					
Stavebník					
Generální davatel projektu	 ČEZ ENERGETICKÉ SLUŽBY VÝSTAVNÍ 1144/103 OSTRAVA-VÍTKOVICE 706 02			Subdodavatel / projektant profese	
Projektant				Datum	
Kontrola projektu		Autorský dozor		Formát	
Díl projektu				Měřítko	
Název dokumentu				Paré	
Číslo výkresu					

Obrázek 5: Tvorba razítka – příprava

Pomocí příkazu „_BLOCK“ jsem z razítka udělal blok a použitím dalšího příkazu „_REFEDIT“ jsem se dostal do módu editace bloku. Nyní bylo nutné definovat atributy, což jsem provedl pomocí příkazu „_ATTDEF“. Vyvoláním tohoto příkazu se na obrazovce objeví okno, do kterého je nutné vepsat potřebné parametry pro daný atribut. Vyplnil jsem kolonky „Štítek“ a „Výzva“ a upravil výšku textu a zarovnání dle Obrázku 6. Nakonec jsem vytvořený atribut ve formě textu vložil do korespondujícího textového pole. Jakmile jsem měl vytvořené a vložené všechny potřebné atributy (viz Obrázek 7), uložil jsem veškeré změny editace bloku a razítko bylo připraveno k použití.

Obrázek 6: Tvorba razítka – definice atributu

Projekt	PRJ		Číslo projektu	CISLOP	
Stupeň projektu	STUPEN				
Místo stavby	MISTO				
Stavebník	STAVEBNIK				
Generální dodavatel projektu	 ČEZ ENERGETICKÉ SLUŽBY VÝSTAVNÍ 1144/103 OSTRAVA-VÍTKOVICE 706 02		Subdodavatel / projektant profese SUB		
Projektant	PROJEKTANT		Datum	DATUM	
Kontrola projektu	KONTROLA	Autorský dozor	DOZOR	Formát	FORMAT
Díl projektu	DIL			Měřítko	MERITKO
Název dokumentu	NAZEV			Paré	PARE
Číslo výkresu	CISLOV				

Obrázek 7: Tvorba razítka – vložené atributy

Nyní po vložení razítka do výkresu se automaticky objeví vyskakovací okno, pomocí jehož můžeme jednoduše razítko vyplnit. Pro demonstraci funkčnosti razítka jsem do každé kolonky vepsal slovo „TEST“ (viz Obrázek 8) a po potvrzení lze na Obrázku 9 vidět výslednou podobu razítka.

Obrázek 8: Tvorba razítka – vkládání do výkresu

Obrázek 9: Tvorba razítka – výsledek

8.1.2 Výsledky zadaných úkolů během trvání praxe

Výše zmiňovanými postupy jsem během doby trvání praxe zpracoval podklady pro několik obcí a výstupem části z nich jsou níže zmíněné vyexportované výkresy a pasporty ve formátu PDF, které lze nalézt v příloze v IS EDISON:

- Příloha 1 – situační výkres + pasport obce Hrabyně
- Příloha 2 – situační výkres + pasport obce Fryčovice
- Příloha 3 – situační výkres + pasport obce Nedachlebice
- Příloha 4 – situační výkres + pasport obce Jankovice

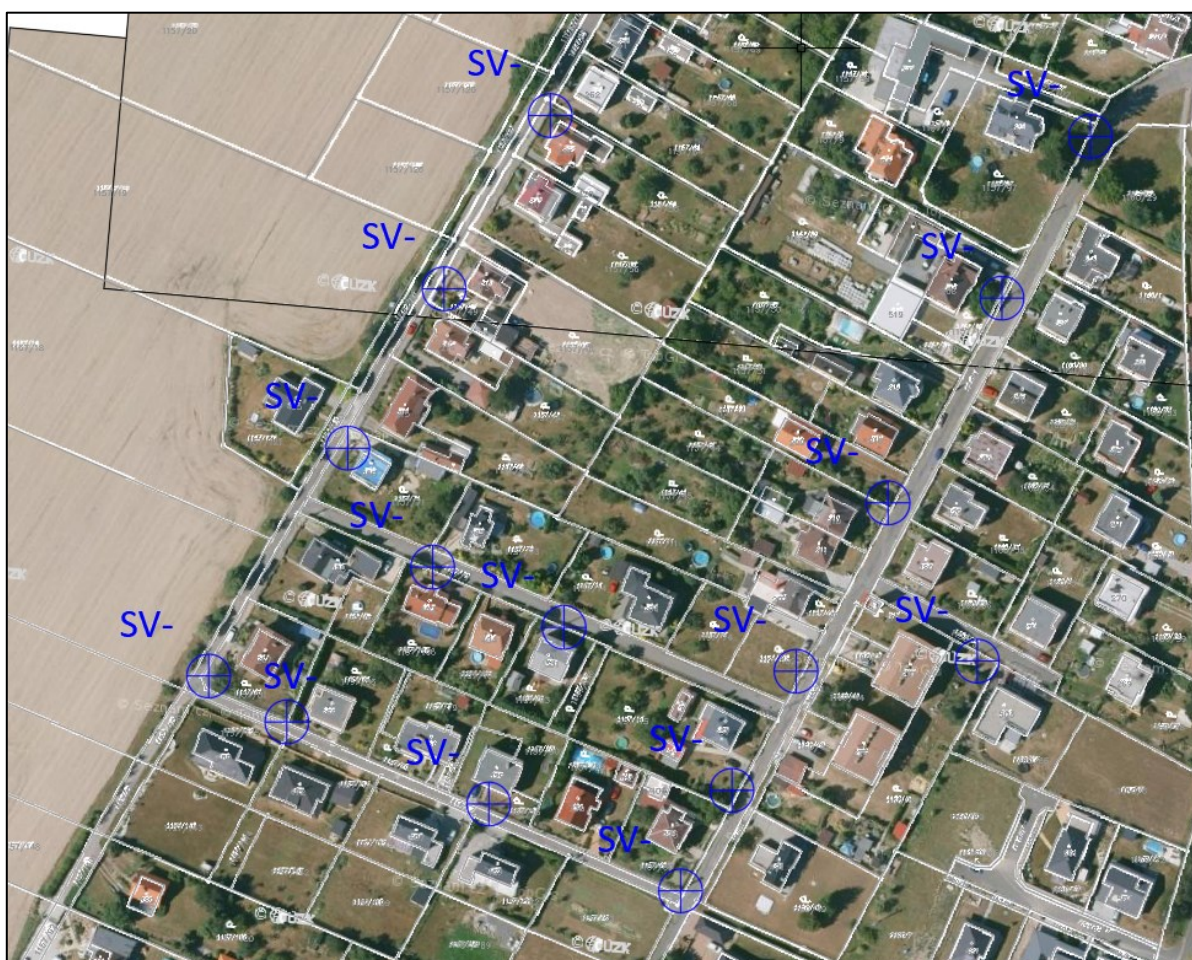
8.1.3 Problémy při vypracovávání úkolu a jejich řešení

Jelikož tvorba podkladů je poměrně zdlouhavá a obcí očekávajících cenovou nabídku je mnoho, bylo třeba si práci nějak urychlit.

Číslování světelných bodů ve výkresu

V případě, že obec nedodala žádné podklady jsem měl za úkol je vytvořit zcela od nuly. Světelné body tedy nemají žádné dané číslování, a je na mě jak svítidla ve výkresu a pasportu očíslovuji. Problém je v tom, že pokud bych chtěl ve výkresu číslovat každé svítidlo zvlášť, bylo by to velice zdlouhavé. Proto jsem hledal řešení, jak tenhle úkon zefektivnit.

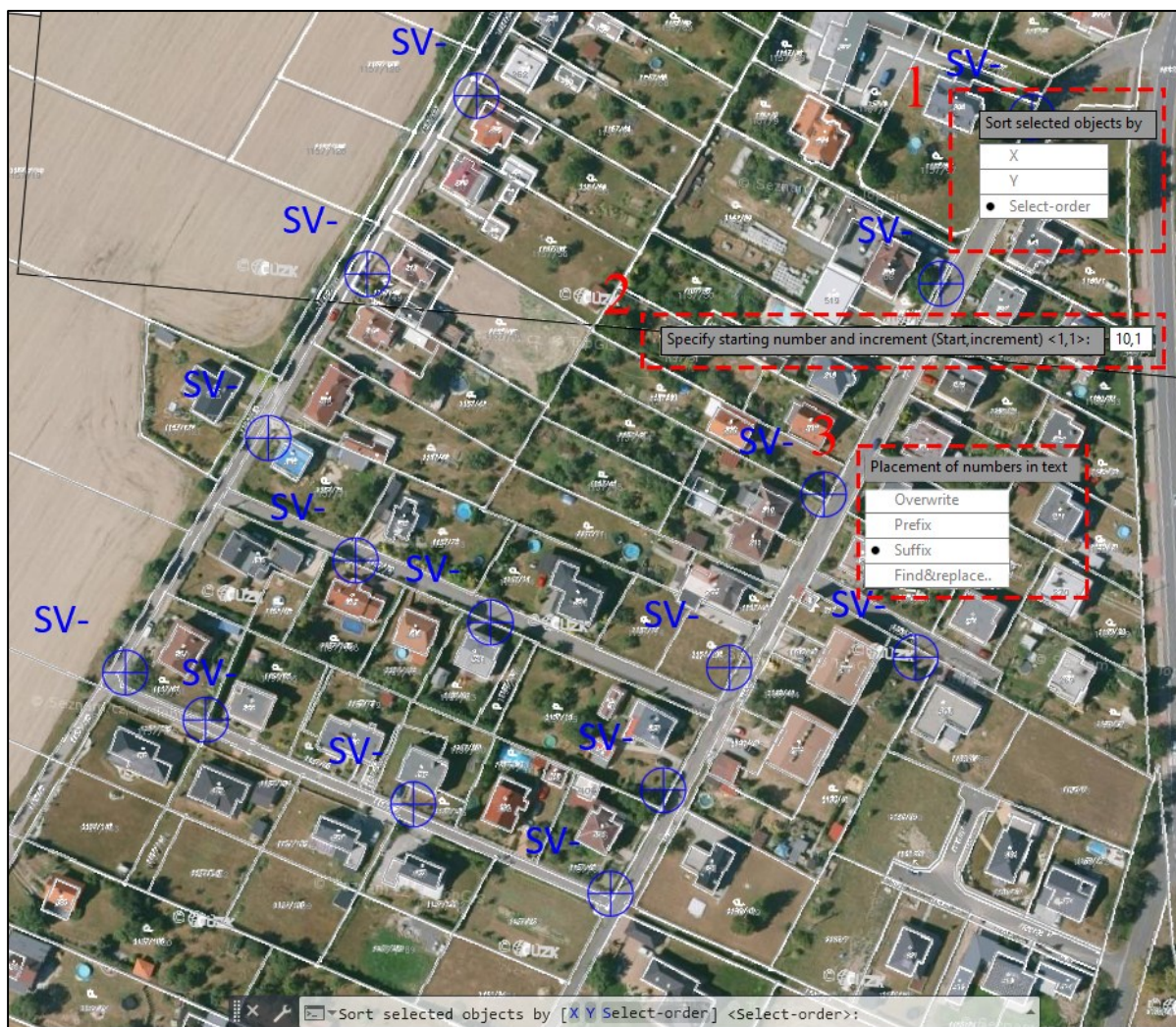
Po krátkém průzkumu na AutoCAD fóru jsem našel příkaz „TCOUNT“. Ten nám dovoluje označit množinu svítidel a očíslovat dle námi zadaných parametrů po sobě tak, jak došlo k jejich označení. Níže lze vidět názorný příklad použití tohoto příkazu.



Obrázek 10: Příklad použití příkazu TCOUNT – před

Na Obrázku 10 jsou zobrazena svítidla, jejichž označení obsahuje pouze prefix (předponu) „SV-“ bez číslování. Řekněme, že bych rád očísloval svítidla vzestupně zleva doprava s tím, že bych začal od čísla 10 a ponechal jejich prefix „SV-“.

Nejprve tedy musím označit texty světelných bodů pomocí levého tlačítka na myši tak, jak bych chtěl jejich posloupnost číslování. Jakmile tento úkon provedu, použiji příkaz „TCOUNT“. Následně určím parametry, které lze pozorovat na Obrázku 11.



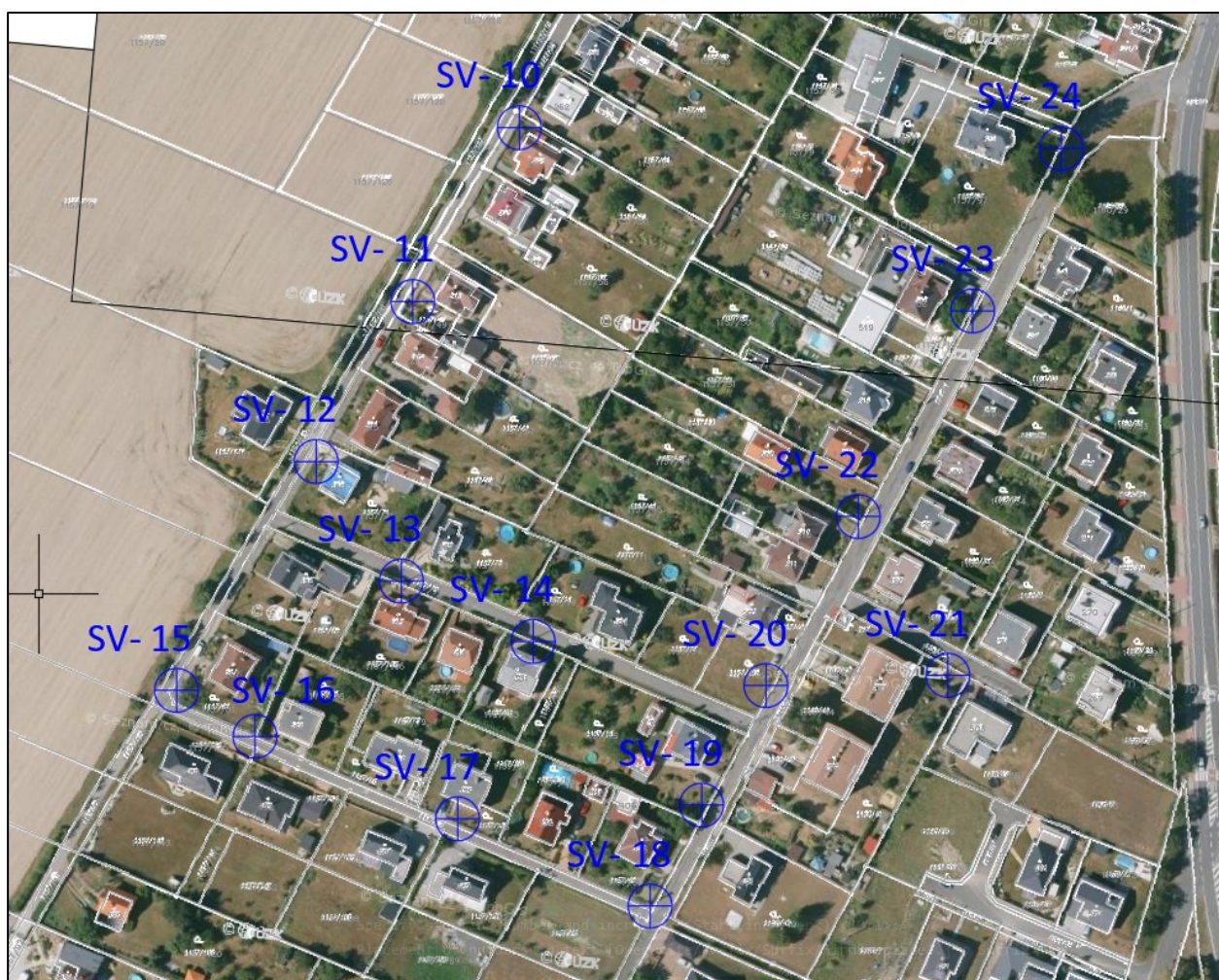
Obrázek 11: Příklad použití příkazu TCOUNT – vyvolání příkazu

1. Sort selected objects by – X, Y, Select-order – Nejprve musím určit v jaké posloupnosti se budou texty (světelné body) číslovat. Pokud bych zvolil podle X nebo Y, pořadí bude určováno dle pozice svítidla vzhledem k souřadnici X nebo Y. Já ovšem zvolím možnost „Select-order“, díky které dojde k očíslování dle pořadí, ve kterém byla textová pole označena.

2. Specify starting number and increment – Zde musím určit počáteční číslo a inkrement s jakým budou svítidla číslována. Jakožto počáteční číslo tedy zadám 10 a inkrement 1 (ten způsobí, že číslování proběhne vzestupně vždy o 1).

3. Placement of numbers in text – Zde si mohu vybrat, v jaké části textu se mi číslování projeví. Buďto mohu vše v textovém poli nahradit samotným číslem pomocí příkazu „Overwrite“. Nebo přidat jako „Prefix“ (předponu) či „Suffix“ (za textem). A v poslední řadě mohu přes příkaz „Find&replace“ nahradit mnou vybraný text v textovém poli číslem. Já ovšem chci ponechat předponu „SV-“ a za to vložit číslo, proto použiji příkaz „Suffix“.

Po nastavení veškerých potřebných parametrů číslování automaticky proběhne. Na Obrázku 12 lze vidět, že výsledné číslování odpovídá zadání a použitím tohoto příkazu došlo k ušetření spousty práce a času.



Obrázek 12: Příklad použití příkazu TCOUNT – výsledek

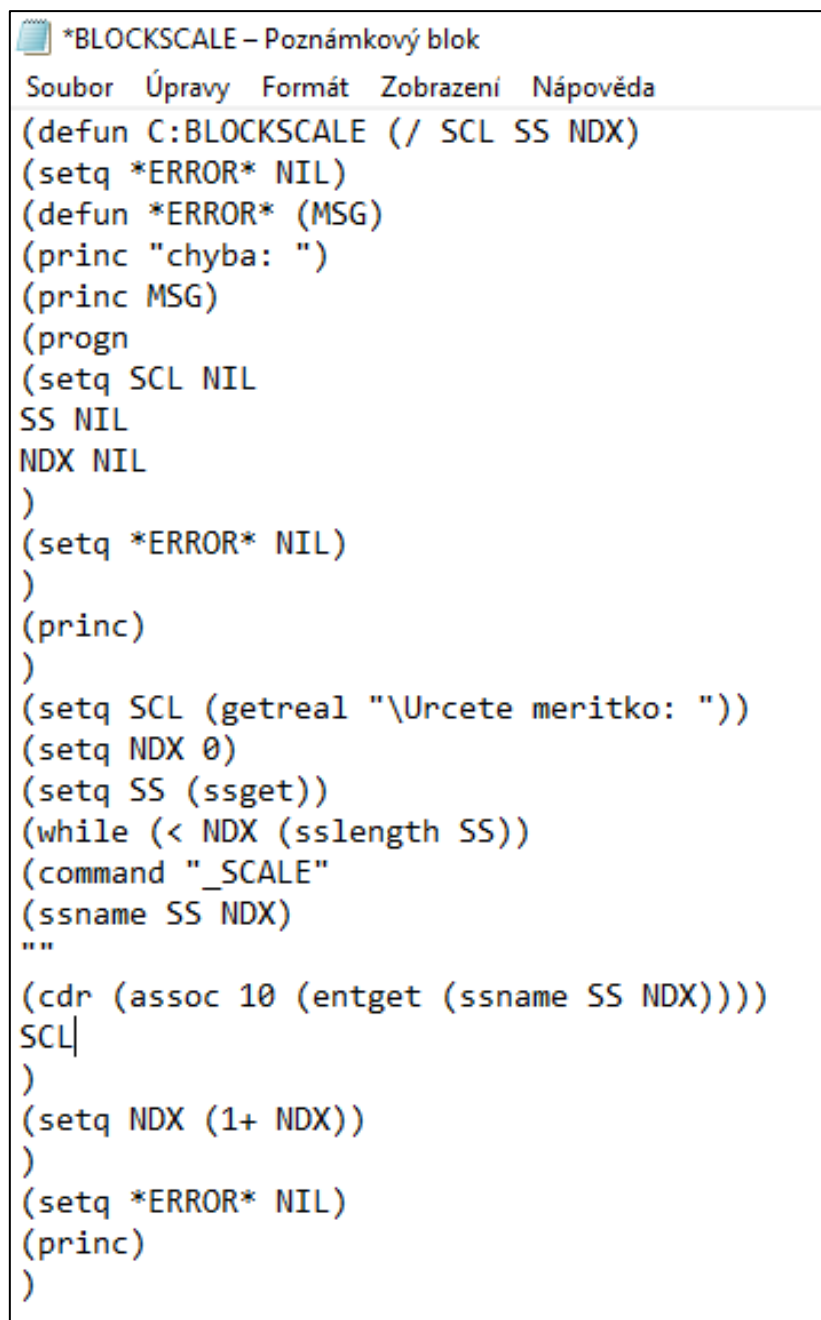
Změna velikosti velkého množství objektů ve výkresu

Někdy se stává, že obec poskytne rozmístění svítidel ve formátu DGN a po jejich importování do připraveného výkresu dojde k zjištění, že jejich velikost v poměru s katastrálním je velmi malá. To v případě malého množství svítidel není takový problém, jelikož mohou každý světelný bod ručně nahradit za větší a přehlednější. Ovšem může se stát, že se jedná o velkou obec s velkým počtem svítidel (např. 1000+ světelných bodů) a tedy postupné nahrazování světelných bodů by nemělo smysl. Musel jsem tedy najít způsob, jak si nejvíce ušetřit práci a zvětšit importované světelné body do vyhovujících rozměrů.

Nejprve mě napadlo použít příkaz „MĚŘÍTKO“. Díky němu jsem sice schopen změnit velikost objektu, avšak pouze jednoho. To je dáno tím, že pokud bych označil veškeré světelné body a příkaz použil, dojde k jejich úpravě rozměrů, avšak vzhledem k pouze jednomu zvolenému referenčnímu bodu. To má za následek změnu jejich pozic vzhledem ke katastrálnímu území, což se nesmí stát. Musel jsem tedy najít způsob, jak rychle změnit velikost každého svítidla vzhledem k jeho vlastnímu referenčnímu bodu.

Zjistil jsem, že AutoCAD pro tento typ problému nemá přímo vytvořený příkaz, ale je možné si ho vytvořit sám. Na AutoCAD fóru jsem našel pár příspěvků, kde různí uživatelé řešili podobný problém a díky tomu se mi podařilo problém vyřešit. Řešení spočívá ve vytvoření funkce v programovacím jazyku AutoLISP, který je podmnožinou jazyka LISP a obsahuje řadu příkazů, které byly vyvinuty společností Autodesk pro použití v programu AutoCAD. Využití tohoto jazyka zásadně zefektivní práci a umožní tvorbu nových příkazů dle vlastní potřeby.

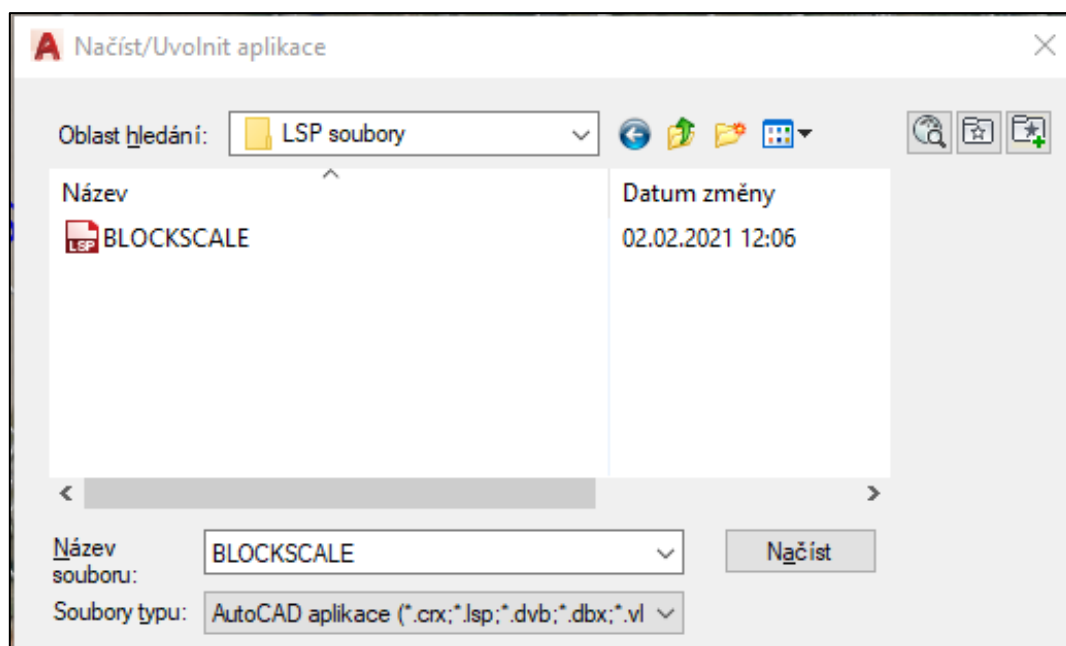
Začal jsem tím, že jsem si na ploše vytvořil textový soubor, do kterého jsem vložil funkci, o kterou se podělil neznámý uživatel na fóru. Bylo ji ovšem potřeba upravit, jelikož nebyla vytvořena pro fungování v české verzi programu AutoCAD (příkaz „SCALE“ AutoCAD hlásil jako neznámý). Po změně příkazu „SCALE“ na českou verzi příkazu „MĚŘÍTKO“ mi program také hlásil chybu. To bylo způsobeno tím, že tento programovací jazyk nepodporuje diakritiku, musel jsem tedy najít jiný způsob. Na fóru jsem se opět dočetl, že použitím podtržítka „_“ před anglickými příkazy lze tento problém vyřešit. Pozměnil jsem tedy příkaz na „_SCALE“ a výslednou funkci lze vidět na Obrázku 13:



```
(defun C:BLOCKSCALE (/ SCL SS NDX)
  (setq *ERROR* NIL)
  (defun *ERROR* (MSG)
    (princ "chyba: ")
    (princ MSG)
    (progn
      (setq SCL NIL
            SS NIL
            NDX NIL)
      (setq *ERROR* NIL)
      (princ)
      )
    )
  (setq SCL (getreal "\Urcete meritko: "))
  (setq NDX 0)
  (setq SS (ssget))
  (while (< NDX (sslength SS))
    (command "_SCALE"
      (ssname SS NDX)
      ""
      (cdr (assoc 10 (entget (ssname SS NDX))))
      SCL
      )
    (setq NDX (1+ NDX))
    )
  (setq *ERROR* NIL)
  (princ)
  )
```

Obrázek 13: Výsledná funkce pro úpravu rozměrů mnoha objektů

Nyní kliknu „Soubor“ – „Uložit jako“ a uložím jako **BLOCKSCALE.lsp**. V této chvíli se mohu přesunout do výkresu a zadat příkaz „APLČTI“ nebo pouze „AP“. Otevře se okno, kde vyberu vytvořený soubor s funkcí a načtu ho do výkresu (viz Obrázek 14).



Obrázek 14: Načtení LISP souboru do výkresu

Nyní pomocí „Rychle vybrat“ nebo „Vybrat podobné“ si označím veškeré objekty, jejichž velikost chci upravit. Poté použiji mnou vytvořený příkaz „BLOCKSCALE“ a jednoduše si určím měřítko s jakým chci objekty upravit. Funkce začne objekt za objektem upravovat dle zvoleného měřítka vzhledem k jeho bodu vložení (to může nějakou dobu trvat). Po skončení procesu jsou veškeré označené objekty upraveny dle zadaných parametrů.

8.2 Verifikace podkladů pro návrh veřejného osvětlení

Verifikace podkladů slouží pro kontrolu zjištěných nebo poskytnutých údajů se skutečností a případné doplnění neznámých informací. Konkrétně jsem měl za úkol verifikovat mnou vytvořené podklady v několika obcích. Při verifikaci se řešila:

- Kontrola počtu světelných bodů a jejich rozmístění dle podkladů
- Kontrola typu světelných zdrojů
- Kontrola typu napájení svítidel
- Kontrola přípojných míst (rozvaděčů) – fotodokumentace a měření proudu
- Návrh nové délky vyložení, pokud je třeba
- Kontrola připojovací svorek svítidla (AES, AIFe)

Průběh samotné verifikace začíná dopravením do dané obce. Během toho, co jsme pomalu projížděli ulicemi obce jsem na místě spolujezdce zaznamenával poznámky do předem vytištěných podkladů, které jsem dříve vytvořil. Kontroloval jsem svítidlo po svítidle a skutečnosti konzultoval s mým vedoucím, který řídil.

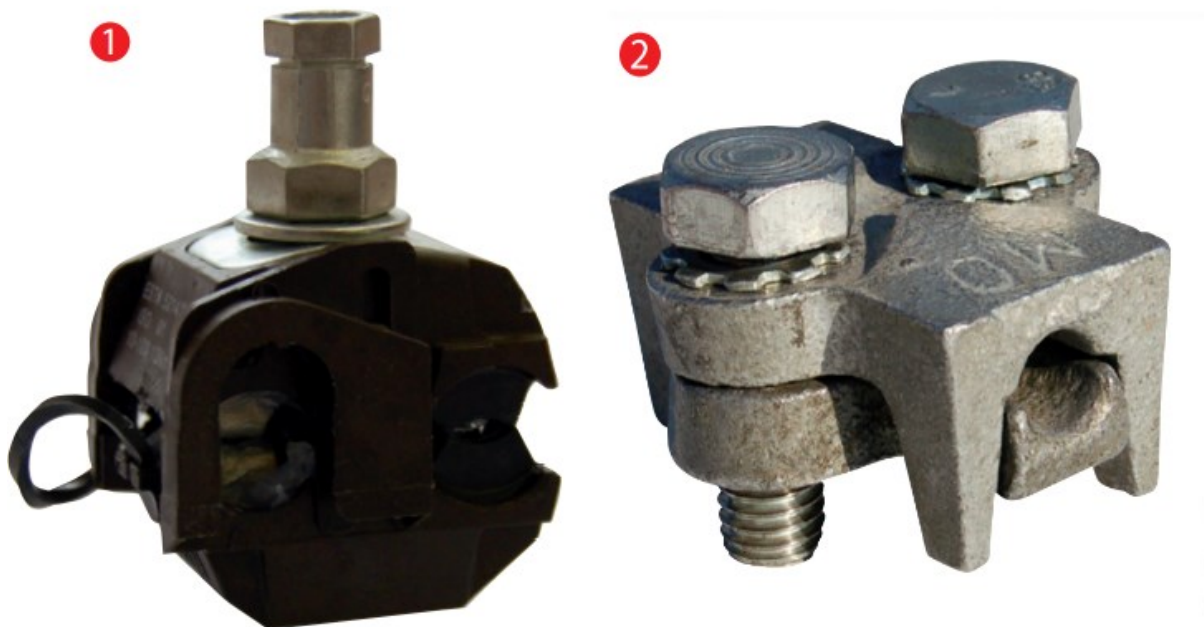
Pokud počty svítidel nebo jejich rozmístění nesesedělo s podklady, bylo třeba změny vyznačit ve vytištěném výkresu. Jestliže jsme někde narazili na již vyměněná svítidla s technologií LED, bylo také třeba tuto informaci zaznamenat.

Dále bylo třeba značit, jakým typem vedení jsou svítidla napájena. Zpravidla se vyskytovaly dvě varianty, a to napájení pomocí AIFe lan, nebo pomocí vedení typu AES. To bylo díky značnému rozdílu v provedení těchto typů vedení jednoduché rozeznat. Kabel AES je izolovaný kroucený vodič, kdežto AIFe vedení jsou pouze holá lana (viz Obrázek 15). (2)



Obrázek 15: Určení typu napájecího vedení při verifikaci

Důvod, proč je nutné rozlišit typ napájení svítidel hraje roli při pozdějším nákupu podružného materiálu. Konkrétně se jedná o to, že propichovací svorky pro proudové spojení mezi svítidlem a vedením AES jsou výrazně dražší, než obyčejné proudové svorky pro vedení pomocí AlFe lan. Oba typy svorek lze vidět na Obrázku 16.



Obrázek 16: Příklad propojovacích svorek (1. pro vedení AES, 2. pro vedení AlFe) (3)

V neposlední řadě je třeba kontrolovat vzdálenosti svítidel od kraje komunikace a případně navrhnout novou délku vyložení. Zpravidla jsme navrhovali délku výložníku od 0,5 m do maximálně 2 m. Pokud stávající vyložení bylo vyhovující, počítalo se s jeho ponecháním.

Nakonec jsme obešli veškeré rozvaděče související s daným veřejným osvětlením, provedli fotodokumentaci (viz Obrázek 17) a klešťovým ampérmetrem změřili odebíraný proud v každé fázi.



Obrázek 17: Příklad fotodokumentace rozvaděče

Jakmile máme všechny informace ověřeny, tak po návratu zpět na firmu upravím a doplním všechny informace získané během verifikace do mnou již dříve vytvořených podkladů. Po úpravě lze podklady brát jako aktuální a můžeme pokračovat v procesu návrhu nového veřejného osvětlení.

8.3 Návrh nového veřejného osvětlení

Nová LED svítidla se navrhují na základě světelně technických výpočtů, které lze provést v různých výpočtových programech. Osobně jsem se během praxe seznámil s programem **Relux** od švýcarské společnosti Relux Informatik AG a programem **DIALux EVO** od německé firmy DIAL. (4) (5)

Základem úspěšného a přesného provedení světelně technických výpočtů pro daný úsek komunikace, je znalost následujících parametrů:

- Vzdálenost mezi svítidly
- Výška světelného bodu
- Přesah světelného bodu (vzdálenost od okraje vozovky)
- Šířka vozovky
- Udržovací činitel
- Zatřídění komunikace

Než zde začnu rozebírat postup mé práce ve výše zmíněných výpočtových programech, je na místě alespoň okrajově zmínit třídy osvětlení a jejich hodnotící fotometrické požadavky.

8.3.1 Zatřídění komunikací

Všechny komunikace zahrnuté ve světelně technickém výpočtu musí mít svou třídu osvětlení. Návod pro výběr tříd osvětlení je obsažen v technické normě ČSN CEN/TR 13201-1. Stanovení konkrétní třídy osvětlení pro danou komunikaci se provádí pouze na základě skutečných parametrů. Samotné třídy osvětlení obecně rozdělujeme na:

a) Třída osvětlení pro motorovou dopravu (M)

Tato třída osvětlení je určena pro řidiče motorových vozidel na dopravních pozemních komunikacích v oblastech pro bydlení se střední až vysokou dovolenou rychlostí. Konkrétní třída osvětlení se volí podle funkce pozemní komunikace, geometrického uspořádání pozemní komunikace, intenzity dopravy, návrhové rychlosti, vzhledu okolního prostředí a skladby dopravních prostředků. Pro určení konkrétní třídy osvětlení se nejprve stanoví součet váhových hodnot (V_{ws}) jednotlivých parametrů (V_w) a výsledná třída komunikace pro danou situaci je pak dána vztahem:

$$M = 6 - V_{ws}$$

V případě, že výsledné číslo je menší nebo rovno nule, použije se třída osvětlení M1. V Tabulce 1 jsou obsaženy konkrétní parametry spolu s jejich váhovými hodnotami. (6)

Tabulka 1: Parametry pro výběr třídy osvětlení M (6)

Parametr	Možnosti	Popis		Váha
				V_w
Konstrukční rychlost nebo rychlostní limit	Velmi vysoká	$v \geq 100$ km/h		2
	Vysoká	$70 < v < 100$ km/h		1
	Střední	$40 < v \leq 70$ km/h		-1
	Pomalá	$v \leq 40$ km/h		-2
Intenzita dopravy		Dálnice a vícepruhové vozovky	Dvoupruhové vozovky	
	Vysoká	> 65% z max kapacity	> 45% z max kapacity	1
	Střední	35% - 65% z max kapacity	15% - 45% z max kapacity	0
	Nízká	< 35% z max kapacity	< 15% z max kapacity	-1
Struktura dopravy	Smíšená s vysokým podílem nemotorové			2
	Smíšená			1
	Pouze motorová			0
Směrově rozdělená komunikace	Ne			1
	Ano			0
Hustota křižovatek		Křižovatek na km	Křižovatek, vzdálenost mezi mosty, km	
	Časté	> 3	< 3	1
	Méně časté	≤ 3	≥ 3	0
Parkující vozidla	Vyskytují se			1
	Nevyskytují se			0
Okolní jas	Vysoký	výkladní skříně, světelné reklamy, sportoviště, nádraží, skladové areály		1
	Střední	normální situace		0
	Nízký			-1
Náročnost navigace	Velice obtížná			2
	Obtížná			1
	Snadná			0

b) Třída osvětlení pro konfliktní oblasti (C)

Třídy osvětlení C jsou stanoveny pro konfliktní oblasti na pozemních komunikacích s převážně motorovým dopravním složením. Konfliktní oblasti se vyskytují tam, kde dochází ke křížení proudů vozidel, změně geometrie komunikace, vysoké hustotě chodců a cyklistů. U těchto oblastí je zvýšená pravděpodobnost srážky. Nejčastěji se konfliktní oblasti vyskytují u rušných křižovatek v centru velkých měst.

Určování tříd osvětlení C v konfliktní oblasti pomocí Tabulky 2 je obdobné jako při určování tříd osvětlení M. (6)

Tabulka 2: Parametry pro výběr třídy osvětlení C (6)

Parametr	Možnosti	Popis	Váha V_w
Konstrukční rychlost nebo rychlostní limit	Velmi vysoká	$v \geq 100$ km/h	3
	Vysoká	$70 < v < 100$ km/h	2
	Střední	$40 < v \leq 70$ km/h	0
	Pomalá	$v \leq 40$ km/h	-1
Intenzita dopravy	Vysoká		1
	Střední		0
	Nízká		-1
Struktura dopravy	Smíšená s vysokým procentem nemotorové		2
	Smíšená		1
	Pouze motorová		0
Směrově rozdělená komunikace	Ne		1
	Ano		0
Parkující vozidla	Vyskytují se		1
	Nevyskytují se		0
Okolní jas	Vysoký	výkladní skříně, světelné reklamy, sportoviště, nádraží, skladové areály	1
	Střední	normální situace	0
	Nízký		-1
Náročnost navigace	Velice obtížná		2
	Obtížná		1
	Snadná		0

c) Třída osvětlení pro chodce a pomalou dopravu (P)

Třídy osvětlení P jsou určeny hlavně pro chodce a cyklisty, kteří se pohybují po chodnících a cyklostezkách. Dále také pro řidiče motorových vozidel pohybujících se nízkou rychlostí po komunikacích v obytných oblastech, pro osvětlení parkovacích pruhů, krajnic a dalších dopravních prostorů.

Určování těchto tříd osvětlení závisí na geometrii řešené oblasti a na provozních a časových okolnostech. Stejně jako v předchozích případech se pomocí váhových hodnot v Tabulce 3 určí číslo třídy osvětlení v intervalu hodnot od 1 do 6. (6)

Tabulka 3: Parametry pro výběr třídy osvětlení P (6)

Parametr	Možnosti	Popis	Váha V_w
Rychlost dopravy	Nízká	$v \leq 40 \text{ km/h}$	1
	Velmi nízká (chůze)	velmi nízká, chůze	0
Dopravní ruch	Velký		1
	Běžný		0
	Klidný		-1
Struktura dopravy	Chodci, cyklisté a motorová doprava		2
	Chodci a motorová doprava		1
	Pouze chodci a cyklisté		1
	Pouze chodci		0
	Pouze cyklisté		0
Parkující vozidla	Vyskytují se		1
	Nevyskytují se		0
Okolní jas	Vysoký	výkladní skříně, světelné reklamy, sportoviště, nádraží, skladové areály	1
	Střední	normální situace	0
	Nízké		-1
Rozpoznání obličejů	Nutné		1
	Není nutné		0

8.3.2 Požadavky na osvětlení

Výše zmíněné třídy osvětlení jsou definovány souborem fotometrických požadavků, které souvisí se zrakovými potřebami daných uživatelů pozemní komunikace pro určité typy oblastí pozemních komunikací a prostředí dle normy ČSN EN 13201-2. Snahou je tyto parametry spolu s environmentálními aspekty (např. vhodný vzhled osvětlovací soustavy, umístění, sklon a volba svítidla) při návrhu nové osvětlovací soustavy dodržet. V některých případech ale může být takový požadavek nesplnitelný nebo velice nákladný, kdežto odchylky od jednoho nebo více požadovaných kritérií mohou směřovat k uskutečnitelnému a méně nákladnému řešení. V takových případech by mělo dojít k rozhodnutí po pečlivém zvážení všech možností. (7)

Požadavky pro motorovou dopravu (M)

Nejvýznamnější kritéria pro hodnocení tříd osvětlení M závisí na jasu povrchu jízdního pásu pozemní komunikace a obsahují hodnoty průměrného jasu \bar{L} (cd.m^{-2}), celkové rovnoměrnosti U_0 (-) a podélné rovnoměrnosti pro suchý povrch pozemní komunikace U_l (-). Dále závisí na prahovém přírůstku f_{TI} (%), který vyjadřuje hodnotu oslnění. V poslední řadě je zde parametr činitel osvětlenosti okolí R_{EI} (-), který hodnotí osvětlení okolí. V některých zemích se také používá kritérium celkové rovnoměrnosti jasu pro mokré povrch komunikace. Veškeré hodnotící parametry a jejich konkrétní hodnoty lze pozorovat v Tabulce 4. (7)

Tabulka 4: Požadavky na třídy osvětlení M (7)

Třída	Jas suchého a mokrého povrchu jízdního pásu pozemní komunikace				Omezující oslnění	Osvětlení okolí
	Suchý povrch			Mokrá povrch	Suchý povrch	Suchý povrch
	\bar{L} (cd.m^{-2}) (minimální udržovaná hodnota)	U_0 (-) (minimální hodnota)	U_l (-) (minimální hodnota)	U_{ow} (-) (minimální hodnota)	f_{TI} (%) (maximální hodnota)	R_{EI} (-) (minimální hodnota)
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

Požadavky pro konfliktní oblasti (C)

Pro konfliktní oblasti (obchodní třídy, okružní a složité křižovatky, místa s dopravními kolonami), kde předpoklady pro výpočty jasů povrchu pozemní komunikace neplatí nebo je nelze použít, používáme kritéria pro hodnocení založená na vodorovné osvětlenosti. Ty jsou vyjádřena průměrnou osvětleností \bar{E} (lx) a celkovou rovnoměrností U_0 (-) viz Tabulka 5. (7)

Tabulka 5: Požadavky na třídy osvětlení C (7)

Třída	Vodorovná osvětlenost	
	\bar{E} (lx) (minimální udržovaná hodnota)	U_0 (-) (minimální hodnota)
C0	50	0,4
C1	30	0,4
C2	20	0,4
C3	15	0,4
C4	10	0,4
C5	7,5	0,4

Požadavky pro chodce a cyklisty (P)

Hodnotící parametry pro osvětlení tříd P jsou založena na vodorovné osvětlenosti podobně jako pro konfliktní oblasti. Zde jsou ovšem vyjádřena hodnotami průměrné \bar{E} (lx) a minimální osvětlenosti E_{\min} (lx), jak lze vidět v Tabulce 6. (7)

Tabulka 6: Požadavky na třídy osvětlení P (7)

Třída	Vodorovná osvětlenost	
	\bar{E} (lx) (minimální udržovaná hodnota)	E_{\min} (lx) (udržovaná hodnota)
P1	15,0	3,00
P2	10,0	2,00
P3	7,50	1,50
P4	5,00	1,00
P5	3,00	0,60
P6	2,00	0,40

Udržovací činitel

Specifikované stupně osvětlení jsou udržované úrovně, které jsou vymezeny jako návrhové úrovně intenzity osvětlení či jasů snížené o udržovací činitel. Ten zohledňuje stárnutí osvětlovací soustavy a v zadávací dokumentaci by měla být uvedena jeho požadovaná hodnota nebo alespoň plán údržby, ze kterého lze udržovací činitel odvodit. U nově navrhovaných soustav veřejného osvětlení se udržovací činitel uvažuje v rozsahu okolo 0,8-0,9 na základě technických parametrů svítidla (stupeň krytí, životnost jednotlivých komponentů a další). Výsledná vypočtená hodnota udržovacího činitele (např. 0,8) nám říká, že na konci životnosti soustavy (např. 20 let) bude osvětlenost o 20 % nižší než u nové osvětlovací soustavy. Ovšem uvedený pokles o 20 % bude dodržen, pokud bude probíhat pravidelné čištění soustavy dle vypočteného intervalu čištění. (7)

8.3.3 Zadání demonstrativního úkolu

Během konání odborné praxe jsem dostal za úkol provést několik světelně technických výpočtů na základě zadaných parametrů a vybrat vhodné LED svítidlo pro řešené úseky komunikací. Jako software pro realizaci výpočtu jsem střídavě používal programy Relux a DIALux EVO, kde se postup práce mírně lišil.

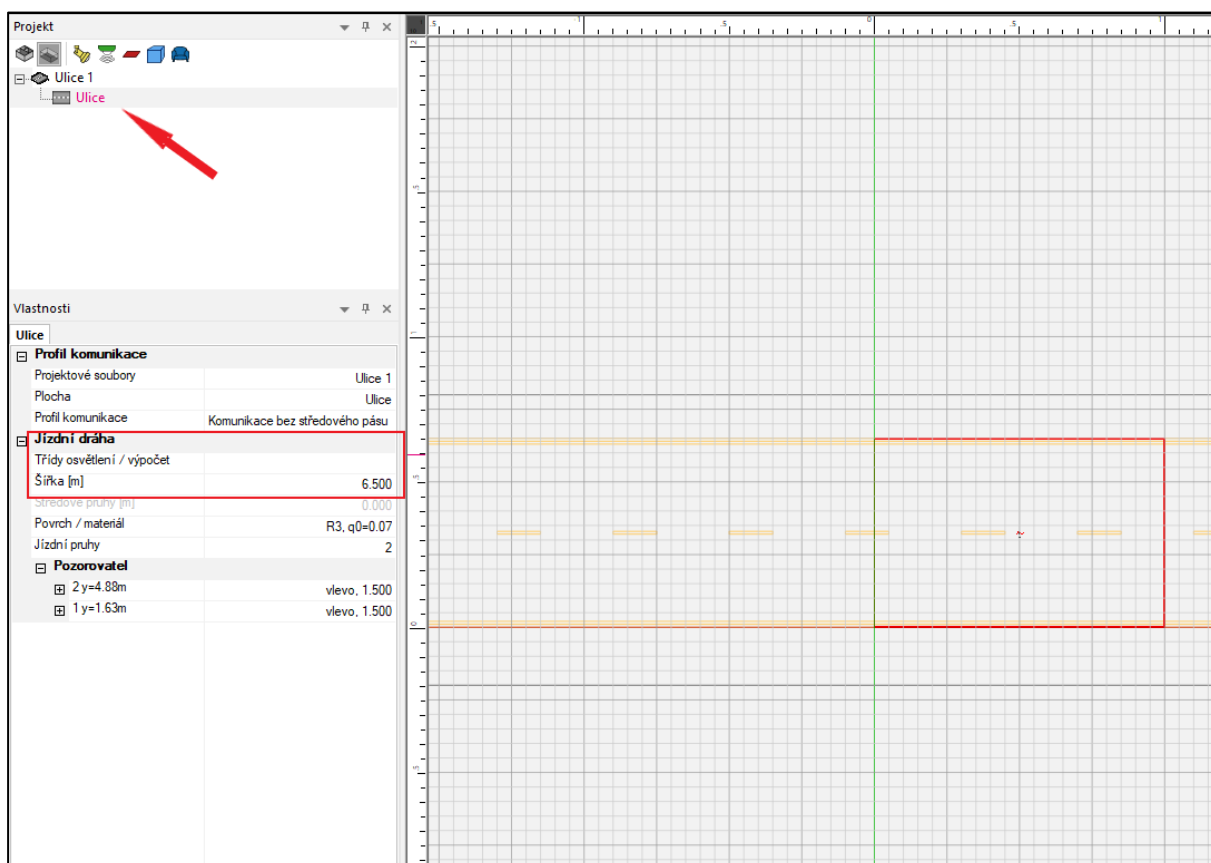
Pro demonstraci postupu řešení zadaného úkolu vytvořím světelně technické výpočty v obou výše zmíněných výpočtových programech na základě totožných zadaných parametrů. Detailně popíšu proces tvorby výpočtů v jednotlivém softwaru, a nakonec srovnám jejich konečné výstupy.

Zadané parametry (identické pro oba výpočtové programy):

- Vzdálenost mezi svítidly – 35 m
- Výška světelného bodu – 8 m
- Přesah světelného bodu – 1 m (od komunikace)
- Šířka vozovky – 6,5 m
- Udržovací činitel – 0,8
- Zatřídění komunikace – M5

8.3.4 Řešení pomocí programu RELUX

Po otevření programu RELUX zvolím možnost „Nový projekt“ a dále „Ulice“. Vytvoří se pracovní prostor s již vymodelovanou přednastavenou pozemní komunikací. Tu je třeba upravit dle zadaných parametrů. V okně „Projekt“ kliknu na jediný editovatelný objekt s názvem „Ulice“ a otevře se mi okno s vlastnostmi dané pozemní komunikace viz Obrázek 18. Zde mě bude zajímat hlavně šířka vozovky a třída osvětlení.



Obrázek 18: RELUX – parametry vozovky

Šířku nemusím nijak upravovat, neboť odpovídá zadaným parametrům. Kliknutím do kolonky třídy osvětlení se otevře vyskakovací okno, které lze vidět na Obrázku 19. V něm vyberu zadanou třídu osvětlení (M5) a volbu potvrdím.

Upravit nominální hodnoty

Filtr
☐ Pouze oblíbené

Otevřená skupina
Uzavřená skupina
☐ Ukázat specifické podmínky

Správa profilů
EN 13201-2 (3.2015)
Vytvořit profil Vymazat profil

☐ M Class without REI

Table: M lighting classes

	E_{sa}	U_o	U_i	U_{ow}	f_{T1}	R_{ei}
<input type="checkbox"/> M1	2.00	0.40	0.70	0.15	10	0.35
<input type="checkbox"/> M2	1.50	0.40	0.70	0.15	10	0.35
<input type="checkbox"/> M3	1.00	0.40	0.60	0.15	15	0.30
<input type="checkbox"/> M4	0.75	0.40	0.60	0.15	15	0.30
<input checked="" type="checkbox"/> M5	0.50	0.35	0.40	0.15	15	0.30
<input type="checkbox"/> M6	0.30	0.35	0.40	0.15	20	0.30

Table: C lighting classes based on road surface illuminance

	E_{sa}	U_o	f_{T1}
<input type="checkbox"/> C0	50	0.40	15
<input type="checkbox"/> C1	30	0.40	15
<input type="checkbox"/> C2	20.0	0.40	15
<input type="checkbox"/> C3	15.0	0.40	20
<input type="checkbox"/> C4	10.0	0.40	20
<input type="checkbox"/> C5	7.50	0.40	20

Table: P lighting classes

	E_{sa}	E_{min}	$E_{s,min}$	$E_{sc,min}$	f_{T1}
<input type="checkbox"/> P1	15.0	3.00	5.00	5.00	20
<input type="checkbox"/> P2	10.0	2.00	3.00	2.00	25
<input type="checkbox"/> P3	7.50	1.50	2.50	1.50	25
<input type="checkbox"/> P4	5.00	1.00	1.50	1.00	30
<input type="checkbox"/> P5	3.00	0.60	1.00	0.60	30
<input type="checkbox"/> P6	2.00	0.40	0.60	0.20	35
<input type="checkbox"/> P7	0.00	0.00	0.00	0.00	0

Table: HS lighting classes

	E_{sa}	U_o
<input type="checkbox"/> HS1	5.00	0.15
<input type="checkbox"/> HS2	2.50	0.15
<input type="checkbox"/> HS3	1.00	0.15

M5

E_m	0.50
U_o	0.35
U_i	0.40
U_{ow}	0.15
T_1	15
R_{ei}	0.30

Poznámka (pro profil měření):

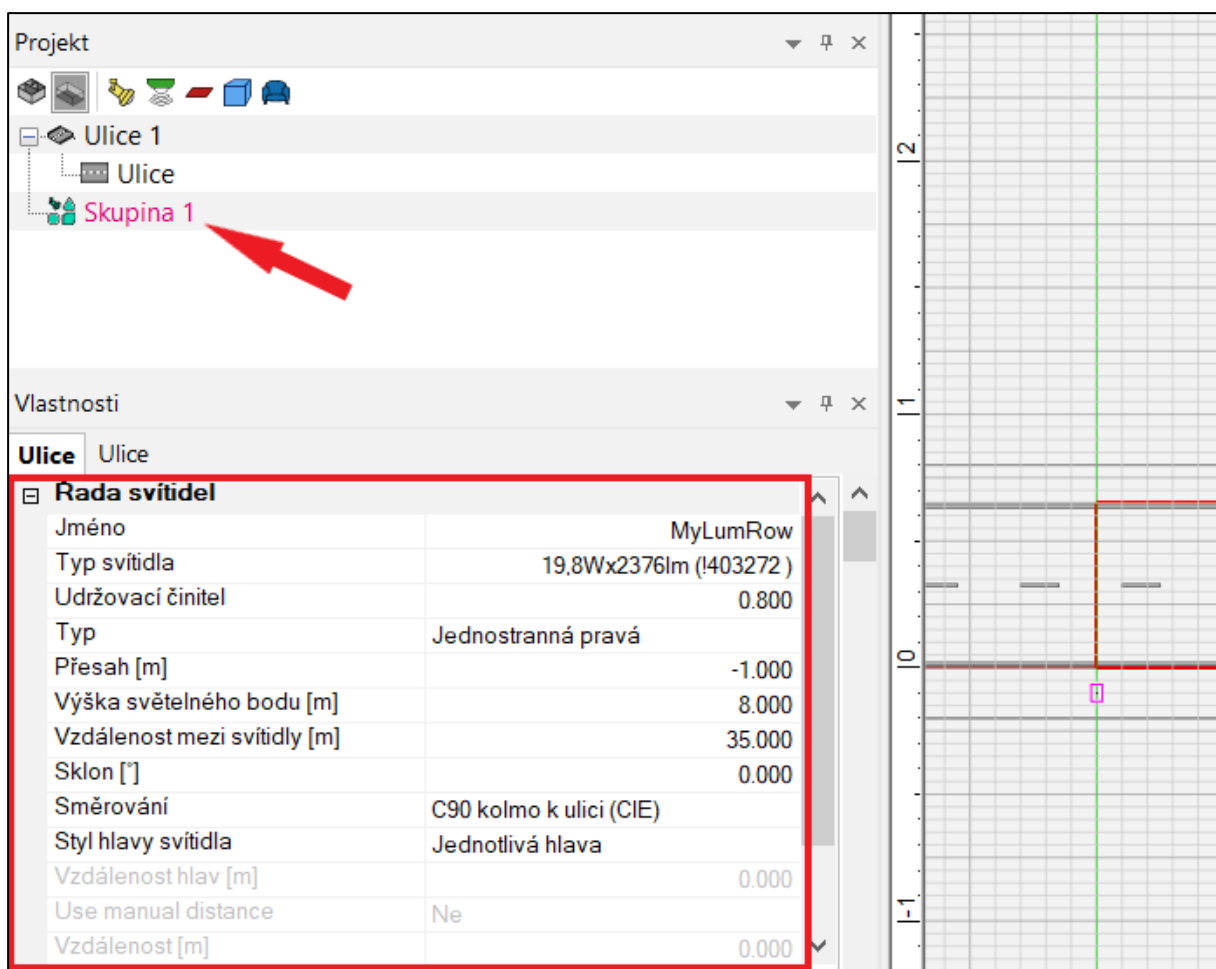
Zrušit OK

Obrázek 19: RELUX – výběr třídy osvětlení

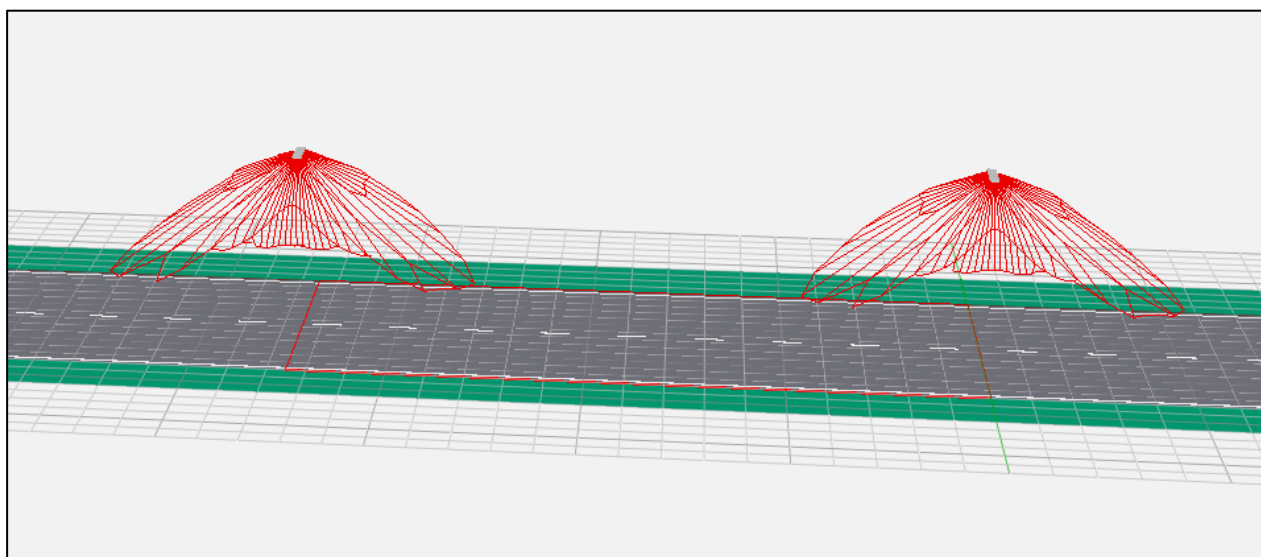
Nyní je třeba importovat svítidla, se kterými chci výpočet provádět. Pro demonstraci jsem vybral dvě svítidla, jejichž LDT data (datový soubor svítidla) jsem stáhnul z webových stránek výrobce. Import těchto svítidel je jednoduchý, kdy stačí obě svítidla ve formátu LDT přetáhnout do pracovní plochy programu. Konkrétně jsem vybral dvojici LED svítidel od firmy SCHRÉDER se stejnou optikou, ale různými příkony:

- AMPERA MIDI 5141, 19.8 W, 2376 lm
- AMPERA MIDI 5141, 50 W, 6725 lm

Po úspěšném importování svítidel stačí vybrat možnost „Řada svítidel“, čímž se vloží svítidla do modelu. Tuto světelnou řadu je však třeba také upravit dle zadaných parametrů (viz Obrázek 20). Typ svítidla zvolím **AMPERA MIDI 5141, 19.8 W, 2376 lm**, udržovací činitel ponechám na hodnotě 0,8, přesah svítidla zvolím -1 m (znaménko mínus, jelikož je 1 m od komunikace, a ne v komunikaci), výšku světelného bodu ponechám 8 m a vzdálenost mezi svítily upravím na 35 m. Výsledný model řešeného úseku s křivkami svítivosti svítidel lze pozorovat na Obrázku 21. (8)



Obrázek 20: RELUX – úprava řady svítidel



Obrázek 21: RELUX – model řešeného úseku

Jelikož program RELUX počítá v reálném čase, tak ihned po úpravě parametrů řady svítidel mohu v pravé části pracovního prostoru pozorovat vypočtené hodnoty. Na Obrázku 22 si lze povšimnout, že při použití svítidla s příkonem 19,8 W (2376 lm) nejsou splněna požadovaná kritéria v obou jízdních pruzích pro třídu osvětlení M5 dle normy ČSN EN 13201-2.

☐ Ulice		
☐ L(1). M5		
Em	0.21 cd/m ²	>= 0.50 cd/m ²
Uo	0.55	>= 0.35
Ui	0.43	>= 0.40
Ti	9	<= 15
Rei	0.71	>= 0.30
☐ L(2). M5		
Em	0.23 cd/m ²	>= 0.50 cd/m ²
Uo	0.51	>= 0.35
Ui	0.47	>= 0.40
Ti	5	<= 15
Rei	0.71	>= 0.30

Obrázek 22: RELUX – výsledky se zvoleným svítidlem o příkonu 19,8 W

Jelikož vypočtené hodnoty **celkové rovnoměrnosti jasu U_o (-)** i **podélné rovnoměrnosti jasu U_i (-)** jsou v souladu s normou ČSN EN 13201-2, jsem schopný usuzovat skutečnost, že jsem pravděpodobně zvolil svítidlo s vhodnou optikou (křivkou svítivosti). Jediný parametr, který nesplňuje zadaná kritéria je **minimální udržovaná hodnota průměrného jasu \bar{L} (cd.m⁻²)** a to v obou jízdních pruzích. To poukazuje na skutečnost, že zvolené svítidlo nemá dostatečný světelný výkon, respektive světelný tok (lm).

Musím tedy světelnou řadu změnit na druhý typ svítidla – **AMPERA MIDI 5141, 50 W, 6725 lm** s vyšším příkonem a světelným tokem a zkontroluji nově vypočtené hodnoty z Obrázku 23.

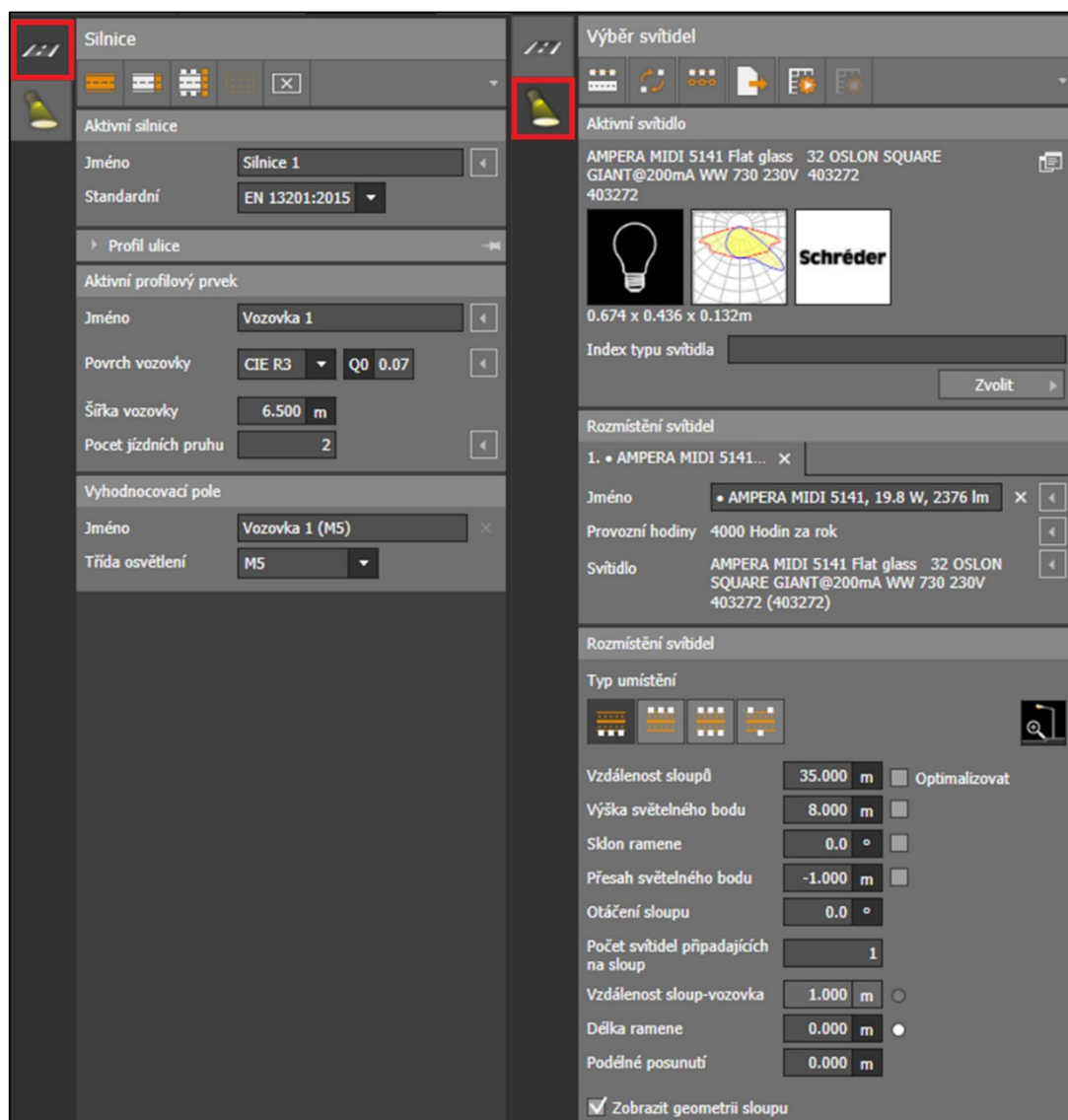
☐ Ulice		
☐ L(1). M5		
Em	0.60 cd/m ²	>= 0.50 cd/m ²
Uo	0.55	>= 0.35
Ul	0.43	>= 0.40
TI	11	<= 15
Rei	0.71	>= 0.30
☐ L(2). M5		
Em	0.66 cd/m ²	>= 0.50 cd/m ²
Uo	0.51	>= 0.35
Ul	0.47	>= 0.40
TI	6	<= 15
Rei	0.71	>= 0.30

Obrázek 23: RELUX – výsledky se zvoleným svítidlem o příkonu 50 W

Zcela zelené zabarvení výsledkového okna mi signalizuje splnění požadovaných parametrů pro osvětlení třídy M5 dle normy ČSN EN 13201-2. Minimální udržovaná hodnota průměrného jasu již splňuje stanovené minimum a žádné parametry se kriticky neblíží k hraničním hodnotám pro třídu osvětlení M5. Tento typ svítidla mohu tedy klasifikovat jako vhodný pro řešenou situaci a výsledky mohu exportovat a případně prezentovat.



8.3.5 Řešení pomocí programu DIALux EVO

Po otevření programu DIALux EVO zvolím možnost „Založit nový projekt“ a dále „Silniční osvětlení“. Vytvoří se podobný pracovní prostor s vymodelovaným úsekem pozemní komunikace. Tu si opět musím v levém horním okně upravit dle zadaných parametrů viz Obrázek 24. Poté v sekci „Výběr svítidel“ vyberu slabší z vybraných typů svítidel a zvolím možnost „Vložit uspořádání uličních svítidel“, kde následně upravím parametry dle zadání také viz Obrázek 24.



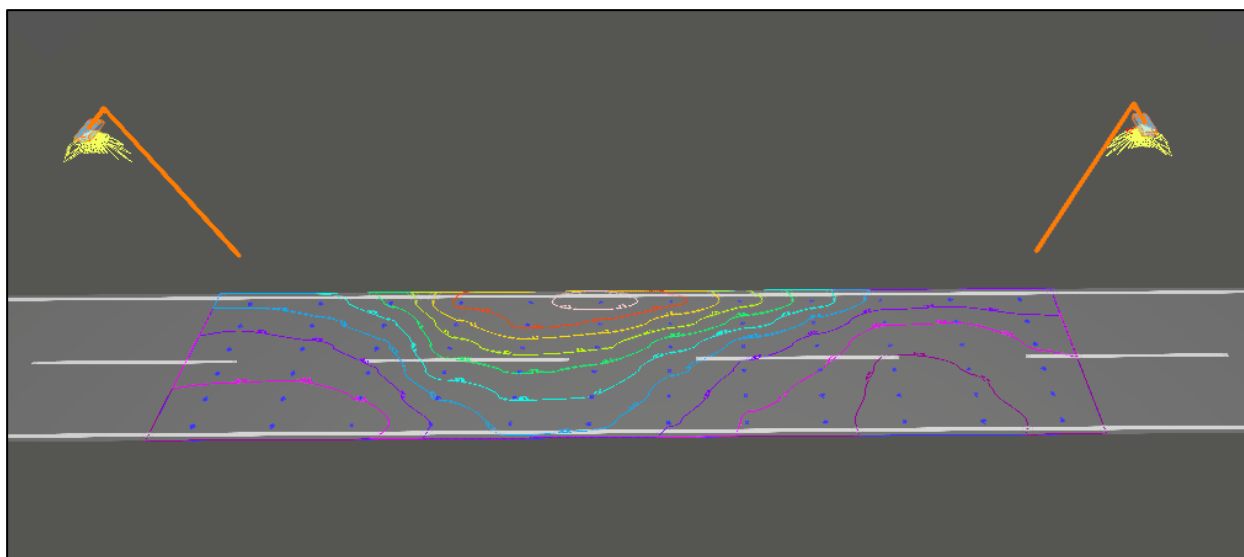
Obrázek 24: DIALux – parametry vozovky a řady svítidel

Zde si mohu identicky vytvořit stejný úsek pozemní komunikace, ale již za použití druhého typu svítidla (geometrii silnice lze jednoduše duplikovat). Výsledné výpočty pro oba vybrané typy svítidel lze pozorovat na Obrázku 25.

Jméno	• AMPERA MIDI 5141, 19.8 W, 2376 lm		• AMPERA MIDI 5141, 50 W, 6725 lm	
Optimalizace	 Výsledky: 1		 Výsledky: 1	
Činitel údržby	0.800		0.800	
Rozmístění svítidel 1	AMPERA MIDI 5141 Flat glass 32 OSLOI		AMPERA MIDI 5141 Flat glass 48 OSLOI	
Osazení	1 x 32 OSLO SQUARE GIANT@200mA V		1 x 48 OSLO SQUARE GIANT@350mA V	
Vzdálenost sloupů [m]	35.000		35.000	
Výška světelného bodu [m]	8.000		8.000	
Sklon ramene [°]	0.0		0.0	
Přesah světelného bodu [m]	-1.000		-1.000	
Otáčení sloupu [°]	0.0		0.0	
Počet svítidel připadajících na sloup	1		1	
Vzdálenost sloup-vozovka [m]	<input type="radio"/> 1.000		<input type="radio"/> 1.000	
Délka ramene [m]	<input checked="" type="radio"/> 0.000		<input checked="" type="radio"/> 0.000	
ULR	0		0	
ULOR	0		0	
Imax při 70° a výše [cd/klm]	544		544	
Imax při 80° a výše [cd/klm]	56		56	
Imax při 90° a výše [cd/klm]	0		0	
Imax nad 90° [cd/klm]	0		0	
Imax nad 95° [cd/klm]	0		0	
Třída indexu oslnění	D.6		D.6	
Třída intenzity světla	G*3		G*3	
Výkon / km [W/km]	574		1450	
Spotřeba energie [kWh/yr]	79		200	
De [kWh/m² yr]	0.348		0.879	
Dp [Dp (W/(lx*m²))]	0.025		0.022	
Vyhodnocovací pole (M5)	Vozovka 1 (M5)		Vozovka 1 (M5)	
Lm [cd/m²]	✓	≥ 0.50 0.22 ✗	✓	≥ 0.50 0.61 ✓
Uo	✓	≥ 0.35 0.51 ✓	✓	≥ 0.35 0.51 ✓
Ul	✓	≥ 0.40 0.44 ✓	✓	≥ 0.40 0.44 ✓
TI	✓	≤ 15 9 ✓	✓	≤ 15 11 ✓
EIR	✓	≥ 0.30 0.71 ✓	✓	≥ 0.30 0.71 ✓

Obrázek 25: DIALux – výsledky s oběma typy svítidel

Z výsledných hodnot opět vyplývá, že slabší verze svítidla (AMPERA MIDI 5141, 19.8 W, 2376 lm) nesplňuje požadovaná kritéria dle normy ČSN EN 13201-2 stejně jako při výpočtu pomocí programu RELUX. Naopak výkonnější typ svítidla (AMPERA MIDI 5141, 50 W, 6725 lm) vyhovuje veškerým požadavkům pro osvětlení třídy M5 dle normy ČSN EN 13201-2, jak již bylo ověřeno předchozím výpočtem pomocí softwaru RELUX.



Obrázek 26: DIALux – model řešeného úseku



Nyní stačí světelně technické výpočty exportovat a případně prezentovat. Výsledné PDF soubory z obou programů lze nalézt v příloze v IS EDISON:

- Příloha 5 – Demonstrativní výpočet – RELUX
- Příloha 6 – Demonstrativní výpočet – DIALux EVO



8.3.6 Srovnání výsledků

Po vyexportování výsledků jsem do tabulky 7 a 8 shrnul vypočtené hodnoty jednotlivých programů pro oba použité typy svítidel. Z výsledků je patrné, že výsledné hodnoty od obou softwarů jsou pro vytvořenou situaci téměř identické. Minimální rozdíly jsou s největší pravděpodobností způsobeny rozdílným zaokrouhlováním výpočetních programů. Lze tedy říct, že ať už pro výpočet použiji program DIALux EVO nebo program RELUX, tak ve výsledku dostanu identické hodnoty.

Tabulka 7: Srovnání výsledků se svítidlem o příkonu 19,8 W

Třída osvětlení: M5			DIALux EVO		RELUX
		AMPERA MIDI 5141, 19.8 W, 2376 lm			
		Pozorovatel 1	Pozorovatel 2	Pozorovatel 1	Pozorovatel 2
Požadavky	Požadováno	Vypočítáno		Vypočítáno	
Lm (cd.m-2)	≥ 0,5	0,22	0,24	0,21	0,23
Uo (-)	≥ 0,35	0,55	0,51	0,55	0,51
Ui (-)	≥ 0,4	0,44	0,47	0,43	0,47
TI (%)	≤ 15	9	5	9	5

Tabulka 8: Srovnání výsledků se svítidlem o příkonu 50 W

Třída osvětlení: M5		 DIALux EVO		 RELUX	
		AMPERA MIDI 5141, 50 W, 6725 lm			
		Pozorovatel 1	Pozorovatel 2	Pozorovatel 1	Pozorovatel 2
Požadavky	Požadováno	Vypočítáno		Vypočítáno	
Lm (cd.m-2)	≥ 0,5	0,61	0,67	0,6	0,66
Uo (-)	≥ 0,35	0,55	0,51	0,55	0,51
Ui (-)	≥ 0,4	0,44	0,47	0,43	0,47
TI (%)	≤ 15	11	6	11	6

8.3.7 Výsledky zadaných úkolů během trvání praxe

Výše zmiňovanými postupy jsem během konání odborné praxe provedl několik obdobných světelně technických výpočtů a jejich souhrn lze nalézt vyexportovaný ve formátu PDF v příloze v IS EDISON:

- Příloha 7 – Souhrn výpočtů ulic a situací

8.4 Kontrolní měření VO

Jakmile byla nově navržená svítidla schválena investorem a mým vedoucím proběhla realizace samotné rekonstrukce veřejného osvětlení. Po ní následuje kontrolní měření pro porovnání s vypočítanými hodnotami osvětlení. Aby srovnání naměřených hodnot s vypočtenými hodnotami bylo platné, je nutno měřit s co největší přesností.

Rozlišujeme měření fotometrická a měření nefotometrická. Mezi fotometrická měření zahrnujeme zjišťování vlastních hodnot osvětlení a jasů a mezi nefotometrická měření spadá zjišťování ostatních souvisejících parametrů (teplota, napájecí napětí, geometrické údaje). (9) (10)

8.4.1 Podmínky pro měření

- **Ustálení poměrů po rozsvícení a zahoření světelného zdroje**

Měření by se mělo provádět s určitou prodlevou po samotném zapnutí svítidel. Svítidla by při měření měla být od instalace v provozu nejlépe minimálně 100 hodin (z důvodu ustálení provozních parametrů světelného zdroje a napáječe). Konkrétní čas prodlevy pro jednotlivé typy světelných zdrojů jsou uvedeny v normě EN 13032-1 (dosud neobsahuje zdroje typu LED). Je-li podezření na možnou nestabilitu osvětlovací soustavy, doporučuje se před definitivním měřením osvětlovací soustavy provádět pravidelné kontrolní měření, aby byla jistota, že světelné zdroje již pracují stabilně. (9) (10)

- **Klimatické podmínky**

V průběhu měření by měly být takové klimatické podmínky, aby neovlivňovaly výsledky samotného měření (pokud to není přímo účelem měření). Pokud klimatické podmínky jsou v průběhu měření nevyhovující, osoba zodpovědná za dané měření by měla zvážit odložení měření.

Nízké a vysoké teploty mohou ovlivnit přesnost měřících přístrojů, kterou také ovlivňuje např. vzdušná vlhkost kondenzovaná na světelných čidlech nebo elektrických obvodech měřících přístrojů. Vítr o vysoké rychlosti může způsobit vibrace měřících přístrojů a kývání svítidel. Vysoká vlhkost povrchu vozovky může také výrazně negativně ovlivnit výsledky měření. (9) (10)

- **Povrch pozemní komunikace**

Fotometrické parametry povrchu vozovky se časem mohou výrazně měnit. V případě měření jasů na nově postavené pozemní komunikaci se naměřené údaje mohou oproti očekávaným vypočteným hodnotám lišit. To je dáno rozdílným aktuálním stupněm odrazu povrchu vozovky od stupně odrazu povrchu vozovky použitým ve výpočtu. (9) (10)

- **Cizorodé světlo a stínění světla**

V případě měření za účelem zjištění světelných parametrů pouze samotné osvětlovací soustavy je potřeba eliminovat přímé i odražené světlo z okolí, nebo minimálně tyto okolnosti zohlednit. Akce s tímto spojené by měly být zaznamenány v protokolu o měření. Cizorodé světlo může zahrnovat světlo z reklamních panelů, dopravní signalizace, osvětlení vozidel, zář oblohy, sníh v blízkosti komunikace, či jiné osvětlovací soustavy.

V případě měření za účelem zjištění světelných parametrů nestíněného světla vycházejícího z měřené osvětlovací soustavy, je potřeba zvolit měřicí oblasti tak, aby do nich nezasahovali překážky vrhající stín (parkující auta, stromy, silniční příslušenství). Případnou přítomnost těchto překážek je nutno zaznamenat v protokolu o měření. (9) (10)

8.4.2 Fotometrická měření

Mezi fotometrická měření zahrnujeme:

- měření jasu L (cd.m^{-2})
- měření intenzity osvětlení E (lx), což se dle zvolených tříd osvětlení dále dělí na měření:
 1. horizontální intenzity osvětlení
 2. hemisférické intenzity osvětlení
 3. poloválcovité intenzity osvětlení
 4. vertikální intenzity osvětlení
- měření činitele osvětlenosti okolí R_{El} (-)
- měření prahového přírůstku f_{Tl} (%) (9) (10)

8.4.3 Nefotometrická měření

Výběr nefotometrických měření by měl korespondovat vzhledem k účelu prováděných měření. Pokud se provádí měření za účelem srovnání výsledků měření s vypočtenými hodnotami, jsou vyžadována co nejpodrobnější nefotometrická měření. V případě měření za účelem kontroly stavu osvětlovací soustavy, je pravděpodobné, že vystačí méně podrobná nefotometrická měření.

Mezi nefotometrická měření zahrnujeme:

- měření napájecího napětí
- měření teploty a vlhkosti vzduchu
- měření geometrických údajů měřeného úseku (9) (10)

8.4.4 Rozmístění měřících bodů

Aby se dosáhlo souladu mezi změřenými a vypočtenými hodnotami, má rozmístění měřících bodů při měření souhlasit s rozmístěním kontrolních bodů ve výpočtu.

Umístění kontrolních bodů pro měření intenzity osvětlení

Kontrolní body musí být rovnoměrně rozmístěny v měřícím poli dle obrázku 33 a jejich množství musí být stanoven následovně:

a) V podélném směru

$$D = \frac{S}{N}$$

kde D – je vzdálenost mezi kontrolními body v podélném směru (m); S – vzdálenost mezi svítidly totožné řady; N – množství kontrolních bodů v podélném směru nabývajících těchto hodnot:

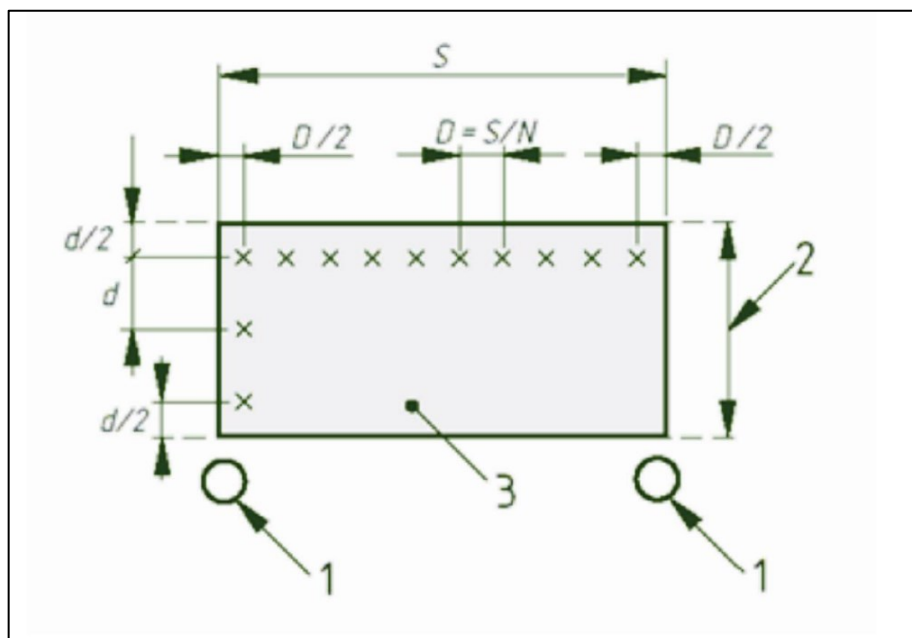
- pro $S \leq 30$ m; $N = 10$
- pro $S > 30$ m; nejmenší celé číslo splňující podmínku $D \leq 3$ m. První příčná řada kontrolních bodů je umístěna ve vzdálenosti $D/2$ za prvním svítidlem.

b) V příčném směru

$$d = \frac{W_r}{n}$$

Kde d – je vzdálenost mezi kontrolními body v příčném směru (m); W_r – šířka vozovky nebo řešené oblasti (m); n – počet kontrolních bodů v příčném směru, jehož hodnota je větší nebo rovna 3 a je nejmenším celým číslem, které udává $d \leq 1,5$ m.

Vzdálenost bodů od okrajů řešené oblasti je v podélném směru $D/2$ a v příčném směru $d/2$, podle obrázku 27. (9) (10)



Obrázek 27: Poloha kontrolních bodů pro měření intenzity osvětlení (9)

Legenda k obrázku 27.: 1 – svítidlo; 2 – šířka řešené oblasti W_r ; 3 – měřící pole; X – označuje řady kontrolních bodů v příčném a podélném směru. (9) (10)

8.4.5 Přisvětlování přechodů pro chodce

Zda se má přechod přisvětlovat, či nikoliv vyhodnocuje světelný technik ve spolupráci s pověřeným zástupcem majitele pozemní komunikace a oprávněnou institucí dané obce. Obecně se doporučuje vybavit přisvětlením všechny přechody na uceleném úseku pozemní komunikace. Existují ovšem případy, kdy je vhodnější nepřisvětlovat přechod vůbec, jelikož by přisvětlení mohlo zapříčinit zhoršení bezpečnosti.

Na pozemních komunikacích s jednosměrným provozem motorových vozidel jsou chodci přisvětlováni ze strany příjezdějících vozidel. V případě komunikací s obousměrným provozem motorových vozidel jsou chodci přisvětlováni pro pohled řidičů motorových vozidel příjezdějících z obou směrů. (11)

8.4.6 Požadavky na přisvětlení

Chodec na přechodu musí být osvětlen tak, aby byla zaručena jeho dostatečná a včasná rozlišitelnost ze směru vozidla blížícího se k přechodu.

Udržovaná průměrná svislá osvětlenost se určuje na srovnávací vodorovné rovině ve výšce 1 m nad úrovní přechodu. Svislou osvětleností se rozumí normálová osvětlenost plošky otočené ve směru k vozidlu blížícímu se k přechodu a rovnoběžné se svislou rovinou určenou osou přechodu.

Pro základní a doplňkový prostor jsou v tabulce 9 stanoveny nejnižší a nejvyšší přípustné hodnoty udržované průměrné svislé osvětlenosti. Výběr v tabulce se provádí podle udržované hodnoty jasu povrchu pozemní komunikace. Tam kde není jas znám lze vycházet z velikosti udržované horizontální osvětlenosti pozemní komunikace.

Tabulka 9: Udržovaná průměrná svislá osvětlenost pro přisvětlení přechodů (11)

Udržovaná hodnota stávajícího osvětlení		Udržovaná průměrná svislá osvětlenost (lx)		
jasu povrchu pozemní komunikace/pozadí (cd.m ⁻²)	horizontální osvětlenosti pozemní komunikace (lx)	nejnižší		nejvyšší
		prostor		všechny prostory
		základní	doplňkový	
$1,5 \leq \bar{L}$	$50 \leq \bar{E}$	přisvětlení se nezřizuje		
$1,0 \leq \bar{L} < 1,5$	$30 \leq \bar{E} < 50$	75	50	200
$0,75 \leq \bar{L} < 1,0$	$20 \leq \bar{E} < 30$	50	30	150
$0,5 \leq \bar{L} < 0,75$	$10 \leq \bar{E} < 20$	30	20	100
$\bar{L} < 0,5$	$\bar{E} < 10$	15	10	50

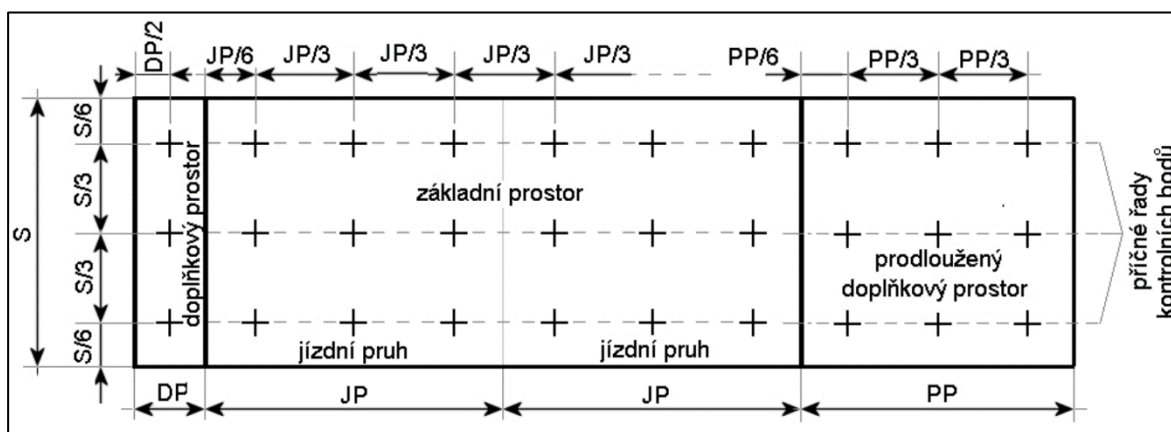
Celková rovnoměrnost svislé udržované osvětlenosti (poměr minimální a průměrné svislé osvětlenosti v jednotlivých prostorech) nesmí být horší než 0,4. V doplňkovém prostoru se určuje pouze pokud se jedná o prodloužený doplňkový prostor.

Průměrná udržovaná horizontální osvětlenost vozovky v úseku základního prostoru nesmí být vyšší, než je trojnásobek průměrné udržované svislé osvětlenosti základního prostoru.

Svítidlo nesmí být umístěno níže, než 4 m nad vozovkou, žádné jeho části nesmí zasahovat do průjezdného prostoru pozemní komunikace a nesmí jejich použitím docházet k vyššímu omezujícímu oslnění. Barevný tón použitého světelného zdroje musí být jiný, než jaký je použit pro osvětlení pozemní komunikace. (11)

8.4.7 Umístění měřících bodů pro přisvětlení

Měřící body se umísťují ve srovnávací rovině základního prostoru do tří příčných řad, které jsou vzdálené od sebe $1/3$ šířky přechodu. První řada se umísťuje ve vzdálenosti $1/6$ šířky přechodu od jeho kraje. V jednotlivých příčných řadách se v základním prostoru umísťují analogicky tři měřící body vzhledem k šířce každého jízdního pruhu. V doplňkovém prostoru se umísťuje pouze jeden měřící bod v každé řadě dle obrázku 28. (11)



Obrázek 28: Měřící body přechodu pro chodce (11)

Legenda k obrázku 28.: S – šířka přechodu; JP – (průměrná) šířka jízdního pruhu; DP – délka neprodlouženého doplňkového prostoru; PP – délka prodlouženého doplňkového prostoru (11)

8.4.8 Kontrolní měření ve městě Hlučín

Během konání odborné praxe jsem měl tu možnost se zúčastnit kontrolního měření právě zrekonstruované soustavy veřejného osvětlení ve městě Hlučín. S kolegou jsme měli za úkol změřit a vyhodnotit 10 referenčních úseků veřejného osvětlení ve městě Hlučín, které prošly revitalizací v rámci dotačního titulu EFEKT 2020. Tři z těchto úseků se nachází na průjezdních komunikacích a zbylých 7 jako vedlejší silnice nebo osvětlení parkových chodníků. K těmto řešeným úsekům bylo navíc třeba změřit a vyhodnotit 2 přechody pro chodce a 1 křižovatku spojující ulice Celní, Ostravská a Opavská.

Stožáry ve všech ulicích, které prošly revitalizací v rámci dotačního titulu EFEKT jsou osazeny LED svítidly typu Voltana a Ampera od firmy Schröder.

Postup měření a vyhodnocení

Měření proběhlo dne 6.12.2020 ve večerních hodinách od 17:30 do 20:10 z důvodu vyloučení vlivu denního osvětlení. Všechna svítidla byla zahořena (v provozu déle než 100 hodin) a před samotným měřením již v provozu déle jak 60 minut, aby bylo možné považovat vyzařovaný světelný tok za stabilní vzhledem k napájecímu napětí. Teplota se během měření pohybovala okolo 9 °C a změřené napájecí napětí před začátkem měření činilo 239 V. Povrch komunikací byl po dobu měření suchý. Všechny tyto informace jsme si zaznamenali pro pozdější použití ve výstupním protokolu o měření.

K samotnému měření byli použity 2 následující přístroje:

- **Luxmetr** GOSSEN MAVOLUX 5032B USB, kalibrace provedena dne 27. února 2020
- **Voltmetr** PROVA 21 s rozsahem 600 V

Na ploše měřených komunikací byly vymezeny sítě rovnoměrně rozložených měřících bodů dle ČSN EN 13201-3,4. Měření byla provedena v souladu s platnou legislativou, přičemž výška horizontální měřící roviny byla stanovena na úrovni komunikace (0 m).

Měřeny byly osvětlenosti v jednotlivých bodech. Za účelem vyhodnocení měřených komunikací, u nichž je vyhodnocována průměrná udržovaná hodnota jasu, bylo nutné přepočíst naměřenou hodnotu osvětlenosti, dle následujícího vztahu:

$$\bar{L} = \bar{E} \cdot \rho \text{ (cd.m}^{-2}\text{)}$$

Kde \bar{L} – je průměrná hladina jasu; \bar{E} – je naměřená průměrná osvětlenost; ρ – je činitel odrazu vozovky (pro povrch asfaltu činí 0,07).

Po zohlednění udržovacího činitele $f_{M,P} = 0,8$ se z naměřených hodnot vypočtou průměrné udržované hodnoty osvětleností a jasů dle následujících vzorců:

- průměrná udržovaná hladina jasu:

$$\overline{L_m} = \bar{E} \cdot \rho \cdot f_{M,P} \text{ (cd.m}^{-2}\text{)}$$

- průměrná udržovaná osvětlenost:

$$\overline{E_m} = \bar{E} \cdot f_{M,P} \text{ (lx)}$$

Vyhodnocení naměřených hodnot se provádělo na základě normativních požadavků normy ČSN EN 13201-2 třídy osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky a ČSN P 36 0455 Osvětlení pozemních komunikací – Doplnující informace.

Podrobný postup měření a následné vyhodnocení naměřených údajů lze demonstrovat na následujících třech měřených úsecích (viz příloha v IS EDISON: Příloha 8 – Protokol o měření veřejného osvětlení ve městě Hlučín).

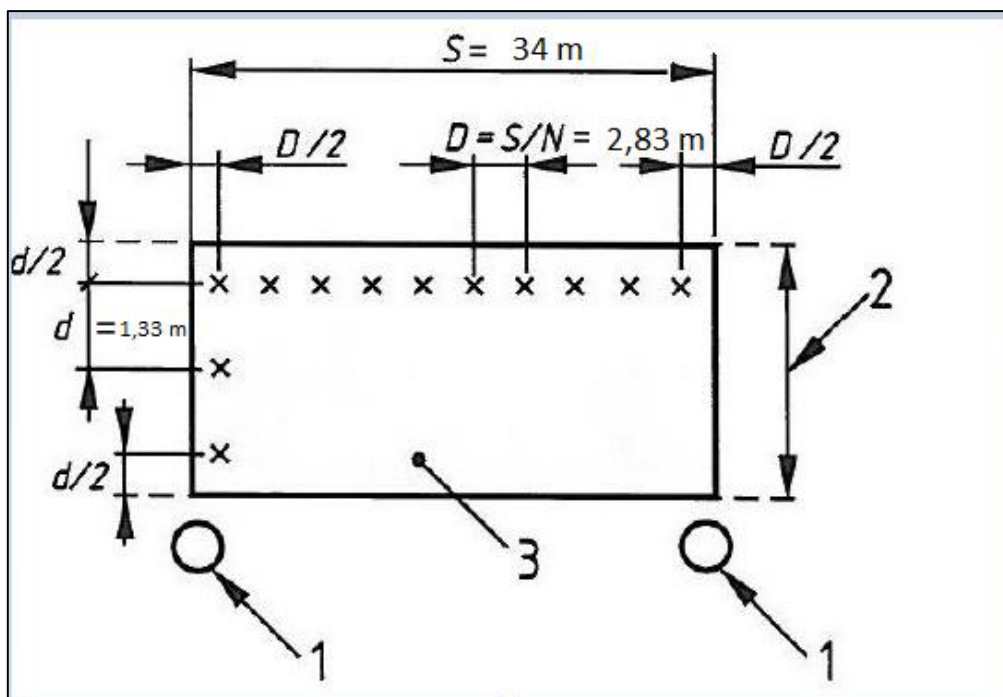
1. **Úsek první (ul. Celní)** - třída osvětlení M4, s roztečí 34 m, šířka komunikace 8 metrů, svítidlo zavěšeno ve výšce 11 metrů
2. **Úsek jedenáctý (přechod na ulici ČSA)** - třída osvětlení komunikace M4, rozměry přechodu 3 x 1 m nástupní prostor, základní prostor 6 x 3 m
3. **Úsek třináctý (křižovatka ulic Celní x Ostravská x Opavská)** - třída osvětlení C2, s roztečí 20 m, šířka komunikace 12 metrů, svítidlo zavěšeno ve výšce 9 metrů

1. Úsek první (ul. Celní)

Vzhledem ke geometrickému uspořádání řešeného úseku jsme na místě měření připravili sít rovnoměrně rozložených měřících bodů dle ČSN EN 13201-3,4, jak lze vidět na obrázku 30.



Obrázek 29: Zobrazení prvního úseku měření – ulice Celní

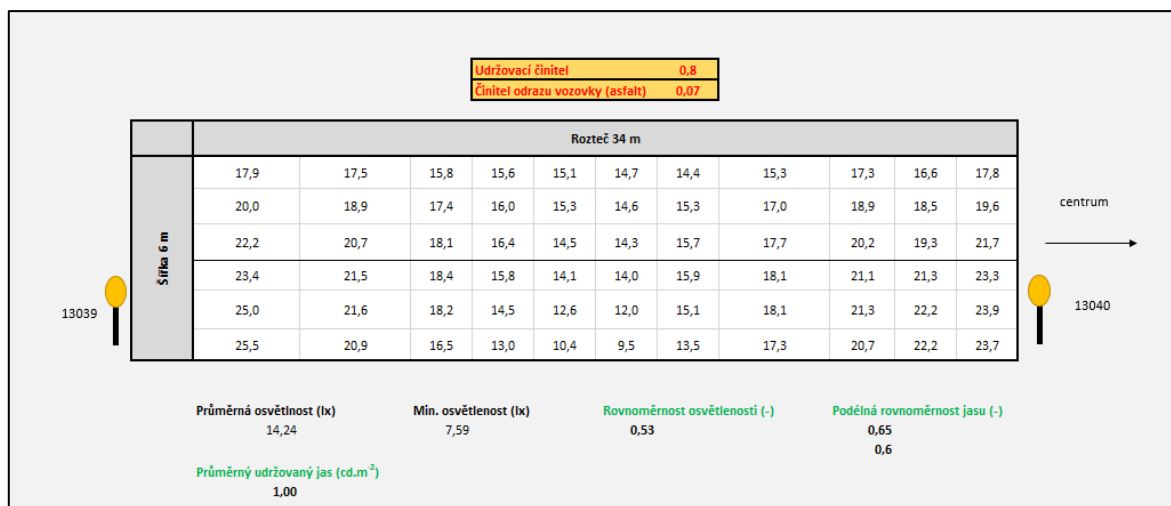


Obrázek 30: Rozmístění měřících bodů dle ČSN EN 13201-3,4 pro ulici Celní

Jedná se o dvouproudou komunikaci se vzdáleností mezi svítidly 34 m a šířkou komunikace 8 m (jeden jízdní pruh 4 m). Aby byla splněna podmínka $D \leq 3 \text{ m}$, je třeba počítat s 12 měřícími body v podélném směru ($D = S/N = 34/12 = 2,83 \text{ m} < 3 \text{ m}$). Při použití 3 měřících bodů v příčném směru dostáváme, že vzdálenost mezi měřícími body v příčném směru bude $d = 1,33 \text{ m}$, což splňuje podmínku $d \leq 1,5 \text{ m}$ ($d = W_r/n = 4/3 = 1,33 \text{ m} < 1,5 \text{ m}$). Dostáváme tedy síť měřících bodů 12x3 pro jeden jízdní pruh (12x6 pro oba jízdní pruhy).

Poté zahajujeme měření, kdy já měřím bod po bodu a sděluji kolegovi naměřené hodnoty intenzity osvětlení. Po celou dobu měření dávám pozor na to, abych držel čidlo luxmetru neustále vodorovně s komunikací a nestínil.

Z naměřených hodnot se následně v excelu vytvoří tabulka (obrázek 31), a pomocí výše zmíněných vzorců se dopočtou hodnotící kritéria pro osvětlení třídy M4.



Obrázek 31: Výpočet kritérií z naměřených hodnot pro ul. Celní v MS Excel

Příklad výpočtů (kde x jsou jednotlivé naměřené hodnoty):

- Průměrná udržovaná osvětlenost (lx)

$$\bar{E}_m = \frac{1}{x} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \cdot f_{M,P} = 17,8 \cdot 0,8 = 14,24 \text{ lx}$$

- Minimální udržovaná osvětlenost (lx)

$$E_{min} = x_{min} \cdot f_{M,P} = 9,5 \cdot 0,8 = 7,59 \text{ lx}$$

- Celková rovnoměrnost osvětlenosti (-)

$$U_0 = \frac{E_{min}}{\bar{E}_m} = \frac{7,59}{14,24} = 0,53$$

- Podélná rovnoměrnost jasů pro každý jízdní pruh (-)

$$U_{i1} = \frac{L_{1min}}{L_{1max}} = \frac{E_{1min}}{E_{1max}} = \frac{14,3}{22,2} = 0,65$$

$$U_{i2} = \frac{L_{2min}}{L_{2max}} = \frac{E_{2min}}{E_{2max}} = \frac{14,04}{23,4} = 0,6$$

- Průměrný udržovaný jas (cd.m⁻²)

$$\bar{L}_m = \bar{E}_m \cdot \rho = 14,24 \cdot 0,07 = 1 \text{ cd.m}^{-2}$$

Tabulka 10: Vyhodnocení komunikace ul. Celní

Požadované hodnoty pro třídu osvětlení M4		Naměřené hodnoty pro třídu osvětlení M4	
L_m (cd.m ⁻²)	≥ 0,75	1	
U_0 (-)	≥ 0,4	0,53	
U_1 (-)	≥ 0,6	0,65	0,6

Z výše vyhodnocených parametrů uvedených v tabulce 10 vyplývá, že osvětlení této komunikace vyhovuje třídě osvětlení M4 dle normy ČSN EN 13201-2.



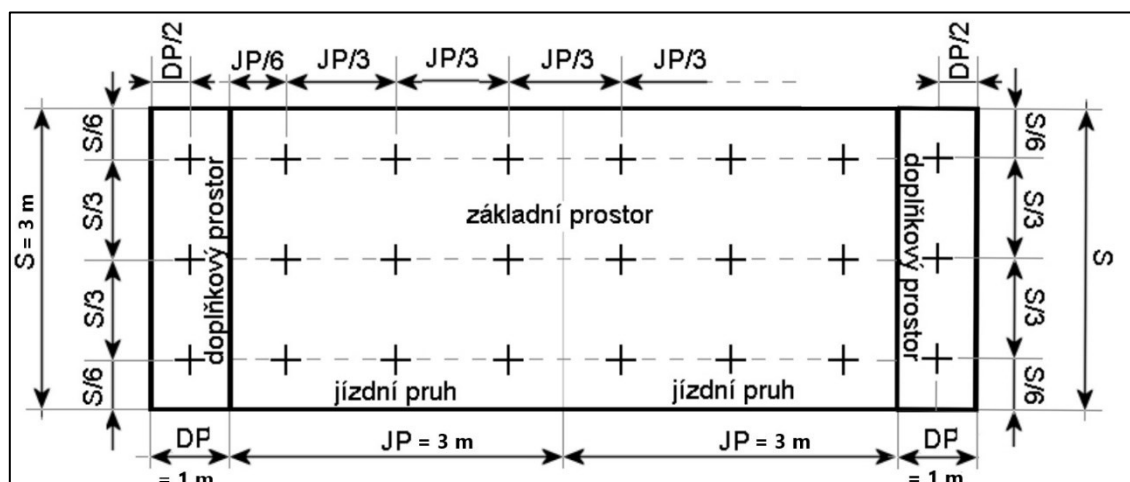
Obrázek 32: Fotografie prvního měřeného úseku – ul. Celní

2. Úsek jedenáctý (přechod na ulici ČSA)



Obrázek 33: Zobrazení jedenáctého měřicího úseku – přechod na ul. ČSA

Měřicí body přechodu jsme na základě zjištěných informací (šířka přechodu $S = 3\text{ m}$, délka doplňkového prostoru $DP = 1\text{ m}$, šířka komunikace $2JP = 6\text{ m}$) rozmístili dle normy ČSN P 36 0455 (viz obrázek 34) následovně. V doplňkovém prostoru je síť měřících bodů o velikosti 1×3 a v základním prostoru pro jeden jízdní pruh 3×3 .



Obrázek 34: Rozmístění měřících bodů dle ČSN P 36 0455 pro přechod na ul. ČSA (11)

Jakmile jsme měli síť měřících bodů připravenou, mohli jsme přejít k samotnému měření. Nejprve jsem změřil bod po bodu horizontální intenzitu osvětlení ve výšce 0 m nad úrovní přechodu. Poté bylo třeba změřit vertikální intenzitu osvětlení ve výšce 1 m nad úrovní přechodu, a to z obou stran jízdních směrů. Vždy jsem nejprve změřil doplňkový prostor na jedné straně přechodu, poté základní oblast, a nakonec druhý doplňkový prostor. Vše jsme opět zaznamenali a poté vyhodnocovali v tabulkovém procesoru MS Excel.

Jelikož udržovaná hodnota jasu povrchu pozemní komunikace je v rozmezí $0,75 \leq \bar{L} < 1$, poté z tabulky 11 vyplývá, že průměrná udržovaná hodnota svislé osvětlenosti v základním prostoru má být 50 lx a v doplňkovém prostoru 30 lx (maximálně však 150 lx pro jednotlivé typy prostorů). Dále celková rovnoměrnost svislé udržované osvětlenosti, nesmí být nižší, než 0,4 (jelikož se zde nejedná o prodloužený doplňkový prostor, tak tato podmínka platí pouze pro základní prostor). Nakonec co se týče průměrné udržované horizontální osvětlenosti vozovky v úseku základního prostoru, tak ta nesmí být vyšší, než je trojnásobek průměrné udržované svislé osvětlenosti základního prostoru. Na základě údajů v tabulkách 11 a 12 lze tedy konstatovat, že všechny parametry splňují veškeré požadavky souvisejících norem a můžeme přisvětlení prohlásit jako vyhovující.

Tabulka 11: Požadavky na přisvětlení přechodu na ul. ČSA (11)

Udržovaná hodnota stávajícího osvětlení		Udržovaná průměrná svislá osvětlenost (lx)		
jasu povrchu pozemní komunikace/pozadí (cd.m^{-2})	horizontální osvětlenosti pozemní komunikace (lx)	nejnižší		nejvyšší
		prostor		všechny prostory
		základní	doplňkový	
$1,5 \leq \bar{L}$	$50 \leq \bar{E}$	přisvětlení se nezřizuje		
$1,0 \leq \bar{L} < 1,5$	$30 \leq \bar{E} < 50$	75	50	200
$0,75 \leq \bar{L} < 1,0$	$20 \leq \bar{E} < 30$	50	30	150
$0,5 \leq \bar{L} < 0,75$	$10 \leq \bar{E} < 20$	30	20	100
$\bar{L} < 0,5$	$\bar{E} < 10$	15	10	50

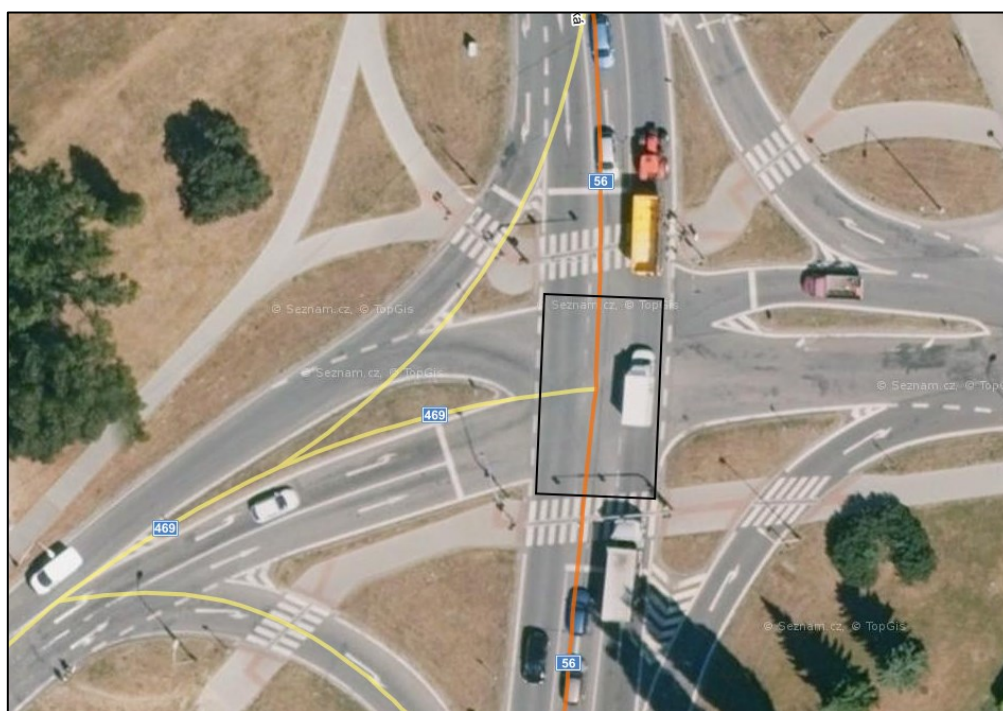
Tabulka 12: Vyhodnocené parametry přisvětlení přechodu na ul. ČSA

Prostor	Svislá osvětlenost (směr k Bille)		Svislá osvětlenost (směr od Billy)		Horizontální osvětlenost	
	Osvětlenost E_m (lx)	Rovnoměrnost $U_o(-)$	Osvětlenost E_m (lx)	Rovnoměrnost $U_o(-)$	Osvětlenost E_m (lx)	Rovnoměrnost $U_o(-)$
Nástup	75,68	0,6	42,4	0,83	186,4	0,94
Přechod	78,14	0,58	98,13	0,51	186,1	0,85
Nástup	35,17	0,9	32,85	0,65	151,7	0,96



Obrázek 35: Fotografie jedenáctého měřeného úseku – přechod na ulici ČSA

3. Úsek třináctý (křižovatka ulic Celní x Ostravská x Opavská)



Obrázek 36: Zobrazení třináctého měřicího úseku – křižovatka

Síť měřících bodů jsme si na základě zjištěných parametrů komunikace připravili obdobně jako při měření prvního úseku a následně provedli měření. Naměřili jsme 90 hodnot (síť kontrolních bodů – 10x9), které jsme dále vyhodnocovali v programu Excel.

Výpočet kritérií je obdobný jako při výpočtu prvního měřeného úseku. Křižovatka je zařazena do třídy osvětlení C2, z čehož vyplývá, že minimální udržovaná hodnota průměrné osvětlenosti musí být minimálně 20 lx a celková rovnoměrnost nesmí být menší než 0,4. Z níže vypočtených parametrů v tabulce 12 lze konstatovat, že nasvětlení křižovatky vyhovuje třídě osvětlení C2 dle normy ČSN EN 13201-2.

Tabulka 13: Vyhodnocení křižovatky

Požadované hodnoty pro třídu osvětlení C2		Naměřené hodnoty pro třídu osvětlení C2
E_m (lx)	≥ 20	25,72
U_0 (-)	$\geq 0,4$	0,54



Obrázek 37: Fotografie třináctého měřeného úseku – křižovatka

Výsledkem celého měření je vypracovaný protokol o měření, který lze nalézt v příloze v IS EDISON (Příloha 8 – Protokol o měření veřejného osvětlení ve městě Hlučín).

8.4.9 Měření v Petřvaldu a průmyslové hale v Bohumíně

Kromě měření veřejného osvětlení ve městě Hlučín jsem měl možnost se podílet na dalším měření včetně následného vypracování protokolu o měření. Konkrétně měření veřejného osvětlení ve městě Petřvald a měření vnitřního osvětlení v průmyslové hale ve městě Bohumín.

9 UPLATNĚNÉ ZNALOSTI

Mezi nejvýznamnější uplatněnou dovednost během konání odborné praxe považuji znalost práce s programem AutoCAD, kterou jsem se naučil v předmětu *Technická dokumentace* z prvního semestru. Bez této dovednosti by řešení zadaných úkolů bylo mnohem složitější a problematičtější. Během studia jsem také musel v tabulkovém procesoru MS Excel řešit poměrně mnoho komplexních úloh do mnoha různých předmětů (např. *Elektrické přístroje I*, *Využití počítačů v elektroenergetice*, *Efektivní využití počítačů*). Díky tomu jsem v programu nabyl mnoho zkušeností, které mi umožnili řešit zadané úlohy bez sebemenších problémů. Také nesmím opomenout na všeobecné teoretické znalosti obdržené za celou dobu dosavadního studia, díky kterým jsem neměl problém se v jakémkoliv řešené problematice rychle a efektivně zorientovat.

Nakonec bych také zmínil dovednosti spojené se správným organizováním času a rychlým učením se nových věcí, které jsem si osvojil právě díky studia na vysoké škole a při konání odborné praxe nejednou využil.

10 SCHÁZEJÍCÍ ZNALOSTI

Ačkoliv jsem nabyl spoustu znalostí na akademické půdě, pár mi jich přesto scházelo. Především se jednalo o teoretické znalosti a postupy při řešení problémů týkajících se oblasti osvětlení, což bylo také zapříčiněno tím, že Elektrické světlo z části předmětu Elektrické světlo a teplo se začalo vyučovat až v šestém semestru v době odevzdávání bakalářské práce. Tento nedostatek se ovšem v průběhu konání odborné praxe podařilo eliminovat, a to především díky ochotě mého vedoucího práce pana doc. Ing. Tomáše Nováka, Ph.D a firemního konzultanta pana Ing. Petra Šebesty, kteří mi byli nápomocní s jakýmkoliv dotazem či problémem.

Z hlediska praktických dovedností jsem postrádal zkušenosti spojené se softwary pro projektování osvětlení (DIALux EVO a Relux), které jsou nezbytné při navrhování nového osvětlení. To naštěstí pro mě nebylo velkou překážkou, jelikož jsem se nimi naučil rychle a efektivně pracovat a bez velkých komplikací plnit zadané úlohy v plném rozsahu.

11 ZÁVĚR

V bakalářské práci jsem nejprve stručně popsal činnost společnosti, ve které jsem odbornou praxi absolvoval. Následně jsem vylíčil zadané úkoly, kterými jsem se během doby konání odborné praxe zabýval.

Během působení na pracovišti jsem vytvořil podklady (pasport a situační rozmístění světelných bodů) pro několik obcí, ze kterých se následně vycházelo při plánování rekonstrukcí veřejného osvětlení. Tvorbou těchto podkladů jsem pomohl zavést nové myšlenky a postupy práce, které umožňují jejich efektivnější a rychlejší zpracování. Mimo to jsem také vytvořil automatizované rohové razítko, jehož použití může rovněž výrazně ulehčit práci projektanta a případně vylepšit image společnosti.

Kromě velkého množství nově nabytých zkušeností v programu AutoCAD jsem si také osvojil práci v softwarech Relux a DIALux, které slouží pro projektování osvětlení. Pomocí nich jsem pomáhal návrhem nových osvětlovacích soustav za použití svítidel s LED technologií. Například nově zrekonstruovaná osvětlovací soustava ve městě Hlučín by se neobešla bez zpracovaných světelně technických výpočtů, na kterých jsem se měl tu možnost podílet.

Vedle úkolů zpracovávaných u počítače jsem se také podíval do terénu, kde jsem se zúčastnil několika verifikací podkladů a také kontrolních měření nově zrekonstruovaných osvětlovacích soustav. Díky těmto příležitostem jsem nabyl spoustu nových vědomostí a zkušeností, zejména co se týče měření osvětlení. Naučil jsem se, jakým způsobem se provádí kontrolní měření osvětlovacích soustav, a kromě samotného provádění měření jsem měl příležitost vytvořit výstupní protokoly z daných měření (konkrétně kontrolní měření nově zrekonstruované osvětlovací soustavy ve městě Hlučín).

Odbornou praxi ve společnosti ČEZ Energetické služby, s.r.o. hodnotím velmi kladně a její absolvování mi bylo obrovským přínosem. Svým působením na praxi jsem pomohl na spoustě projektech spojených s rekonstrukcí a výměnou osvětlení. Splněním všech zadaných úkolů jsem se naučil základním principům rekonstrukce osvětlení, a to již od počátku tvorby podkladů, přes analýzu a následný návrh nové osvětlovací soustavy zakončený finálním kontrolním měřením. Ovšem kromě nově nabytých teoretických a praktických znalostí mi konání odborné praxe pomohlo uvědomit si, že je také velmi důležité dokázat komunikovat a spolupracovat v týmu, což vede k psychické pohodě na pracovišti a výraznému zlepšení efektivity práce. Při plnění úkolu také nesmím opomenout na využití znalosti a dovednosti, které jsem nabyl studiem na vysoké škole.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- (1) Profil společnosti | ČEZ Energetické služby. ČEZ Energetické služby [online]. [cit. 2021-04-28]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cezes/cs/o-spolecnosti/profil-spolecnosti>
- (2) Vodiče venkovních elektrických vedení. OEnergetice.cz - denní zpravodajství z energetiky [online]. Třebíč: OM Solutions s.r.o. [cit. 2021-04-28]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/vodice-venkovnich-elektrickych-vedeni>
- (3) Katalog komponentů IVV, NN, ... ELPLAST [online]. [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: [https://www.elplasthk.cz/userfiles/file/Katalog_komponentu_ESTA\(1\).pdf](https://www.elplasthk.cz/userfiles/file/Katalog_komponentu_ESTA(1).pdf)
- (4) Relux, the Standard in Light-planning. ReluxNet [online]. Münchenstein: Relux Informatik AG [cit. 2021-04-28]. Dostupné z: <https://reluxnet.relux.com/en/about-us.html>
- (5) About DIAL. Find out more about the company. DIALux: The lighting design software for lighting designer [online]. Lüdenscheid: DIAL [cit. 2021-04-28]. Dostupné z: <https://www.dialux.com/en-GB/about-dial>
- (6) ČSN CEN/TR 13201-1. Osvětlení pozemních komunikací – Část 1: Návod pro výběr tříd osvětlení. 2017.
- (7) ČSN EN 13201-2. Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky. 2019.
- (8) AMPERA - Artechnic-Schreder. Artechnic Schréder - Artechnic-Schreder [online]. Praha: Artechnic-Schreder, 2017 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.artechnic-schreder.cz/produkty/ampera>
- (9) ČSN EN 13201-4. Osvětlení pozemních komunikací – Část 4: Metody měření. 2016.
- (10) SOKANSKÝ, Karel. Světelná technika. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04941-9.
- (11) ČSN P 36 0455. Osvětlení pozemních komunikací – Doplnující informace. 2017.

PŘÍLOHY

Přílohy v IS EDISON:

Tvorba podkladů:

- Příloha 1 – situační výkres + pasport obce Hrabyně
- Příloha 2 – situační výkres + pasport obce Fryčovice
- Příloha 3 – situační výkres + pasport obce Nedachlebice
- Příloha 4 – situační výkres + pasport obce Jankovice

Světelně technické výpočty:

- Příloha 5 - Demonstrativní výpočet – RELUX
- Příloha 6 - Demonstrativní výpočet – DIALux EVO
- Příloha 7 - Souhrn výpočtů ulic a situací

Měření:

- Příloha 8 - Protokol o měření veřejného osvětlení ve městě Hlučín